

Estudo de uma Nova Metodologia para Gestão de Energia em Edifícios – aplicação ao AVAC

Edifícios Saudáveis – Consultores

José Adriano Ferreira

Dissertação do MIEM

Orientador na Edifícios Saudáveis: Eng.º Ricardo Sá

Orientador na FEUP: Prof. Armando Oliveira



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Junho 2010

Resumo

O aumento do preço da energia, associado à necessidade de preservação ambiental, tem vindo a tornar a energia num importante factor para as organizações.

Assim surgiu o conceito de gestão de energia. Os consumos e custos com energia devem ser geridos de forma tão importante como matérias-primas, trabalho, etc. Desta feita, a energia deve ser monitorizada, os seus consumos racionalizados, os consumidores consciencializados e os equipamentos e técnicas optimizadas.

Neste sentido, este projecto teve como objectivo definir uma nova metodologia para gestão de energia em edifícios bem como o estudo de um caso prático de optimização energética de um empreendimento do tipo hotel.

Numa primeira parte, o trabalho consistiu num enquadramento do tema e numa exposição dos objectivos e motivações subjacentes a este. De seguida, nos capítulos II e III, abordaram-se os principais conceitos da gestão de energia e do AVAC, estudando-se o estado actual destas temáticas. Finalmente, os conhecimentos adquiridos ao longo deste trabalho foram então aplicados na concepção de folhas de suporte a auditoria e gestão de energia bem como na proposta de melhorias para o edifício em estudo.

Abstract

The rise of energy costs, coupled with the need for environmental preservation, has been turning energy into a major factor for organizations.

That created the concept of energy management. Energy costs and consumption must be managed as importantly as raw materials, labor, etc.

In summary, this project aimed to develop a new methodology for energy management in buildings, as well as the study of an energy optimization in a hotel.

In the first part, the work consists in a review of the issue and a statement of objectives and motivations behind this. Then, in Chapters II and III, the main concepts of energy management and HVAC are discussed, based on the current status. Finally, the knowledge acquired throughout this work was applied as support material for energy audits and management as, well as in the study of improvements.

Agradecimentos

Aproveito este espaço para agradecer a todos os que me apoiaram durante esta maratona.

Agradeço à minha família e amigos por terem estado sempre presentes e sempre com uma palavra de apoio.

Agradeço também a todos os colaboradores da empresa Edifícios Saudáveis, em especial ao Eng.º Ricardo Sá e ao Eng.º João Santos, bem como ao Professor Armando Oliveira, por me terem possibilitado esta experiência.

Finalmente, gostava de dar um principal agradecimento ao Fábio Miguel, à prima dele e à Maria Ana, pela força e companhia ao longo destes meses.

“Thanks guys, see you around!”

“Live as if you were to die tomorrow. Learn as if you were to live forever”

M. K. Gandhi

Índice

RESUMO	III
ABSTRACT	V
AGRADECIMENTOS.....	VII
ÍNDICE	XI
LISTA DE FIGURAS	XIII
LISTA DE TABELAS.....	XV
ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS.....	XVII
NOMENCLATURA.....	XIX
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	1
1.2. ENQUADRAMENTO	1
1.3. OBJECTIVOS.....	5
2. GESTÃO DE ENERGIA	7
2.1. O QUE É A GESTÃO.....	7
2.2. A GESTÃO DE ENERGIA	7
2.2.1. <i>Alocação da gestão de energia na organização.....</i>	<i>8</i>
2.3. O GESTOR DE ENERGIA	10
2.3.1. <i>Competências de um gestor.....</i>	<i>10</i>
2.4. ESTRATÉGIA DE GESTÃO DE ENERGIA	12
2.4.1. <i>Plano de acção.....</i>	<i>12</i>
2.5. METODOLOGIA DE GESTÃO DE ENERGIA	15
2.6. GESTÃO TÉCNICA CENTRALIZADA (GTC)	16
3. SISTEMAS ENERGÉTICOS EM EDIFÍCIOS	17
3.1. SISTEMAS DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO (AVAC)	18
3.1.1. <i>Geração de energia térmica.....</i>	<i>18</i>
3.1.2. <i>Distribuição da energia térmica</i>	<i>36</i>
3.1.3. <i>Equipamentos AVAC.....</i>	<i>42</i>
3.1.4. <i>Caracterização geral de um sistema.....</i>	<i>48</i>
4. NOVA METODOLOGIA PARA GESTÃO DE ENERGIA.....	55
4.1. METODOLOGIA PARA FORMAÇÃO EM CURTO ESPAÇO DE TEMPO	55
4.2. METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE EDIFÍCIOS.....	56
4.2.1. <i>Folhas de suporte a Auditoria e Gestão de Energia</i>	<i>56</i>
4.3. PROCEDIMENTOS DE GESTÃO DE ENERGIA	58
4.4. DIFERENÇAS ESPERADAS ENTRE ACTUAL E NOVA METODOLOGIA	59
4.5. VISITA A TRÊS UNIDADES COMERCIAIS DO TIPO MODELO	60

5. CASO DE ESTUDO	71
5.1. SITUAÇÃO ACTUAL	71
5.2. SIMULAÇÃO ENERGÉTICA	74
5.3. COMPARAÇÃO COM VALORES REFERÊNCIA.....	75
5.4. HIPÓTESES ESTUDADAS	77
5.5. ANÁLISE DE RESULTADOS	87
5.6. SITUAÇÃO ESPERADA APÓS APLICAÇÃO DE MEDIDAS	88
6. CONCLUSÕES.....	91
REFERÊNCIAS	95
ANEXOS	99
ANEXO A	101
ANEXO B.....	145
ANEXO C.....	161

Lista de Figuras

Figura 1. Evolução das emissões de dióxido de carbono proveniente da actividade humana [3]	2
Figura 2. Comparação da área da camada gelada do Pólo Norte nos anos 1979 e 2003 [4]	2
Figura 3. Evolução da concentração de CO ₂ em “Mauna Loa, Hawaii” entre 2006 e 2010 [5]	3
Figura 4. Evolução do consumo Mundial de petróleo entre 1996 a 2006 [6]	3
Figura 5. Divisão do consumo de energia final por sector na Europa a 27 no ano de 2007 [7]	4
Figura 6. Esquema organizativo referente a uma situação de subcontratação de serviços	8
Figura 7. Esquema organizativo referente a uma situação de departamento dedicado	9
Figura 8. Esquema organizativo referente a uma situação de departamento integrado na manutenção .	9
Figura 9. Esquema organizativo referente a uma situação de departamento integrado na manutenção .	9
Figura 10. Principais etapas na realização de uma auditoria energética	13
Figura 11. Metodologia de realização de gestão de energia.....	15
Figura 12. Interface de software de GTC.....	16
Figura 13. Divisão referência, por utilização final, dos consumos em Hotéis de 4 estrelas [14]	17
Figura 14. Representação esquemática de um ciclo frigorífico de compressão	19
Figura 15. Exemplo de funcionamento com válvula de descarga de um compressor alternativo [22] .	20
Figura 16. Representação esquemática de um ciclo frigorífico de absorção	22
Figura 17. Exemplo da influência das temperaturas de condensação e evaporação na performance de um chiller	23
Figura 18. Representação esquemática de uma torre evaporativa fechada [20].....	25
Figura 19. Esquema representativo de torre de arrefecimento aberta [20].....	26
Figura 20. Esquema representativo de aplicabilidade de uma unidade do tipo Bomba de calor reversíveis [26]	27
Figura 21. Esquema representativo de uma bomba de calor expansão directa ar-ar.....	27
Figura 22. Esquema representativo de uma bomba de calor expansão directa água-ar	28
Figura 23. Esquema representativo de uma bomba de calor expansão indirecta ar-água	28
Figura 24. Esquema representativo de uma bomba de calor expansão indirecta água-água.....	28
Figura 25. Esquema representativo de ciclo aberto (esquerda) e ciclo fechado (direita)	29
Figura 26. Esquema representativo de uma unidade do tipo caldeira	32
Figura 27. Esquema representativo de controlo tipo ON/OFF [29]	33
Figura 28. Esquema representativo de controlo tipo 2 escalões modular [29].....	34
Figura 29. Esquema representativo de controlo do tipo 2 escalões ON/OFF [29]	34
Figura 30. Condições de teste e mínimos para equipamentos do tipo caldeira [30]	35
Figura 31. Esquema representativo de circuito primário-secundário	36
Figura 32. Esquema representativo de um sistema de distribuição de água a 2 tubos	37
Figura 33. Esquema representativo de um sistema de distribuição de água a 2 tubos zonado.....	38
Figura 34. Esquema representativo de um sistema de distribuição de água a 3 tubos	38
Figura 35. Esquema representativo de um sistema de distribuição de água a 4 tubos	39
Figura 36. Esquema representativo de controlo por válvula 3 vias [24]	40
Figura 37. Esquema representativo de controlo por válvula reguladora de caudal [24]	40
Figura 38. Esquema representativo de um sistema de distribuição de fluido frigorígeno a 3 tubos [48]	41
Figura 39. Esquema representativo de controlo num equipamento do tipo ventiloconvector[33]	43

Figura 40. Esquema representativo de um sistema a tudo-ar a caudal constante mono-zona	48
Figura 41. Esquema representativo de um sistema tudo-ar a caudal constante multi-zona.....	48
Figura 42. Esquema representativo de um sistema a tudo-ar a caudal variável mono-zona	49
Figura 43. Esquema representativo de um sistema tudo-ar a caudal variável multi-zona.....	50
Figura 44. Esquema representativo de um sistema tudo-ar a duas condutas	50
Figura 45. Esquema representativo de unidades do tipo radiador (esquerda) e ventiloconvector (direita)	51
Figura 46. Esquema representativo de um sistema AVAC tudo-frigorígeno	52
Figura 47. Esquema representativo da aplicação dos regulamentos térmicos dos edifícios [41]	58
Figura 48. Cobertura de um edifício comercial	60
Figura 49. Dados referentes à ocupação por quarto no ano de 2009	72
Figura 50. Divisão dos consumos por fonte de energia final, no caso em estudo, no ano de 2009 (total anual 1487 MWh).....	73
Figura 51. Divisão dos custos por fonte de energia final, no caso de estudo, no ano de 2009 (total anual 118 mil euros).....	73
Figura 52. Divisão dos consumos anuais de energia final, no caso de estudo, em 2009 (total anual 1487MWh)	75
Figura 53. Divisão referência dos consumos, por fonte de energia, em hotéis de 4 estrelas [14]	76
Figura 54. Divisão referência dos consumos, por utilização final, em hotéis de 4 estrelas [14]	76
Figura 55. Comparação, de diferentes consumos específicos na factura energética final, entre hotel em estudo e referência.....	77
Figura 56. Cargas de arrefecimento resultantes da simulação do edifício.....	78
Figura 57. Cargas de aquecimento resultantes da simulação do edifício	78
Figura 58. Necessidades de AQS resultantes da simulação do edifício	79
Figura 59. Comparação dos consumos energéticos actuais e esperados	89
Figura 60. Comparação dos custos com a energia actuais e esperados	89
Figura 61. Comparação, de diferentes consumos específicos na factura energética final, entre a referência e o esperado para o caso de estudo	90

Lista de Tabelas

Tabela 1. Potências térmicas máximas que requerem certificação Eurovent[16]	23
Tabela 2. Condições de teste para certificação Eurovent[16]	24
Tabela 3. Classes de eficiência estabelecidas pela certificadora Eurovent[16].....	24
Tabela 4. Parâmetros para avaliação de ESEER para certificação Eurovent[16]	24
Tabela 5. Condições de teste para certificação Eurovent[16]	30
Tabela 6. Classes de eficiência estabelecidas pela certificadora Eurovent[16].....	31
Tabela 7. Classes de eficiência sazonal propostos pela CIBSE [31].....	35
Tabela 8. Condições de teste Eurovent[16].....	42
Tabela 9. Classes de eficiência pela norma EN 13779 [17].....	44
Tabela 10. Ajustes aos valores de Pspf Segundo a norma EN 13774 [17]	44
Tabela 11. Condições de teste para certificação Eurovent[16]	45
Tabela 12. Classes de eficiência estabelecidas pela certificadora Eurovent[16].....	46
Tabela 13. Condições de teste para certificação Eurovent[16]	47
Tabela 14. Definição dos equipamentos relevantes dos sistemas de AVAC e AQS.....	72
Tabela 15. Consumos e custos anuais de energia por metro quadrado de área útil, no caso de estudo	74
Tabela 16. Consumos actuais obtidos em simulação energética.....	74
Tabela 17. Análise económica dos sistemas de AVAC e AQS instalados.....	79
Tabela 18. Análise económica de melhoria – hipótese I.....	80
Tabela 19. Análise económica de melhoria – hipótese II.....	81
Tabela 20. Análise económica de melhoria – hipótese III	82
Tabela 21. Equipamentos necessários e respectivos preços.....	83
Tabela 22. Análise económica de melhoria – hipótese IV	83
Tabela 23. Análise económica de melhoria – hipótese V	84
Tabela 24. Análise económica de melhoria – hipótese VI.....	85
Tabela 25. Análise económica de melhoria – hipótese VII.....	85
Tabela 26. Análise económica de melhoria – hipótese VIII	86
Tabela 27. Análise económica de melhoria – hipótese IX	87
Tabela 28. Síntese das hipóteses estudadas para o edifício.....	87
Tabela 29. Consumos esperados após implementação de melhorias	88
Tabela 30. Comparação de consumos e custos específicos com energia entre as situações actual e esperada.....	88

Abreviaturas e Acrónimos

ADENE	Agência para a Energia
AQS	Águas Quentes Sanitárias
AHRI	<i>Air-conditioning, Heating, and Refrigeration Institute</i>
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers</i>
AVAC	Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado
CEE	Comunidade Económica Europeia
CIBSE	<i>Chartered Institution of Building Services Engineers</i>
COP	<i>Coefficient of Performance</i>
DL	Decreto de Lei
EER	<i>Energy Efficiency Ratio</i>
EN	<i>European Norme</i>
ESEER	<i>European Seasonal Energy Efficiency Ratio</i>
GPL	Gás de Petróleo Liquefeito
GTC	Gestão técnica centralizada
IPLV	<i>Integrated Part-Load Value</i>
NPLV	<i>Nonstandard Part-Load Value</i>
PCI	Poder Calorífico Inferior
QAI	Qualidade do Ar Interior
RCCTE	Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios
RCESE	Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios
SCE	Sistema de Certificação Energética
SEER	<i>Seasonal Energy Efficiency Ratio</i>
SFP	<i>Specific Fun Power</i>
UTA	Unidade de Tratamento de Ar
UTAN	Unidade de Tratamento de Ar Novo
VRF	<i>Variable Refrigerant Flow</i>

Nomenclatura

Q_{arref}	Calor retirado à fonte quente, em MWh
Q_{aquec}	Calor cedido à fonte fria, em MWh
W_e	Trabalho fornecido ao equipamento, em MWh
EER	Rácio de eficiência energética
COP	Coeficiente de performance
m_{comb}	Massa de combustível, em Kg
PCI	Poder calorífico inferior, em MWh/Kg
η	Rendimento da caldeira
$Q_{propano}$	Energia necessária de gás propano, em MWh
$Custo_{propano}$	Custo médio do propano, em €/MWh
$Custo_{eléctrico}$	Custo médio da electricidade, em €/MWh
$Custo_{total}$	Custo total com energia para cumprir as necessidades do sistema, em €

1. Introdução

1.1. Apresentação da empresa

O presente trabalho foi realizado na empresa “Edifícios Saudáveis Consultores”, uma empresa criada em 1996 que presta serviços de consultadoria especializada nas áreas da sustentabilidade ambiental em edifícios, com especial atenção à utilização de energia.

A sua missão define-se como contribuir para a minimização dos impactos ambientais associados à actividade humana, através de uma intervenção inovadora, multidisciplinar, consistente e qualificada no sector dos edifícios. Pretende também colaborar na concepção e gestão de edifícios ambientalmente relevantes que façam prova de uma atitude positiva e empenhada face aos desafios ambientais presentes e futuros[1].

1.2. Enquadramento

Após a segunda revolução industrial, as necessidades energéticas das sociedades em geral têm sofrido um crescimento que tem sido alimentado essencialmente com recurso a utilização de combustíveis fósseis como o carvão, o petróleo e mais recentemente o gás natural. A abundância destes combustíveis conduziu ao abuso do uso da energia e a um consequente excesso de emissões poluentes para a atmosfera.

A consciencialização energética e a percepção de que é preciso fazer algo para preservar as gerações futuras e o Planeta é um tema actual e de inegável importância.

A mudança climática global, verificada no século XX e intensificada nas últimas décadas, constitui uma ameaça para o Homem e a Natureza.

A composição da atmosfera tem sido alterada pela crescente emissão de gases, que, quando presentes na atmosfera, criam uma espécie de estufa, permitindo a entrada de radiação solar mas absorvendo parte da radiação infravermelha irradiada pela superfície, terrestre levando ao aumento da temperatura – denominados gases de efeito de estufa.

Os principais gases de efeito de estufa são o vapor de água, o dióxido de carbono, o metano, o monóxido de azoto e o ozono [2]. Destes, o dióxido de carbono é o que apresenta uma subida mais preocupante, como se pode ver na Figura 1.

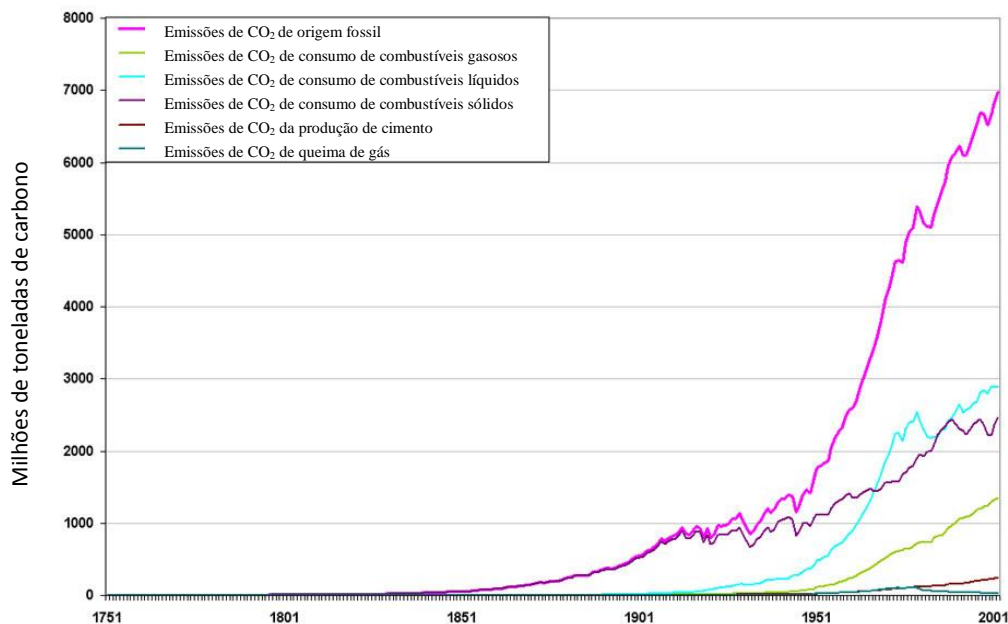


Figura 1. Evolução das emissões de dióxido de carbono proveniente da actividade humana [3]

Imagens de satélite tiradas ao pólo norte, apresentadas na Figura 2, revelam uma diminuição da camada gelada com relativa velocidade nos últimos anos, e antecipam um completo degelo desta região entre 2040 e 2100, continuando as taxas de emissões de dióxido de carbono actuais.

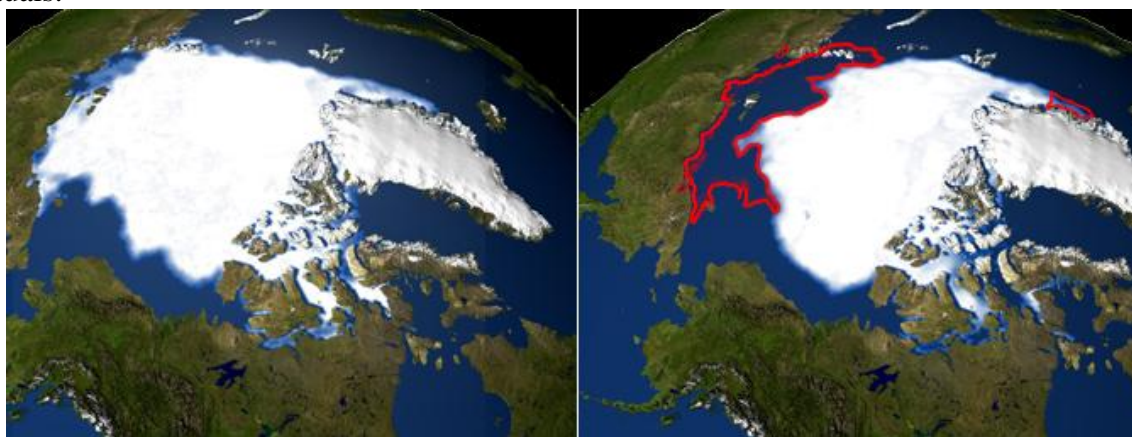


Figura 2. Comparação da área da camada gelada do Pólo Norte nos anos 1979 e 2003 [4]

O aquecimento global é então um inimigo a combater, pois não se conhece até que ponto a fauna e flora conseguirão resistir aos aumentos de temperatura previstos para as próximas décadas/séculos.

Por outro lado, há que referir que o aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera terrestre, ver exemplo na Figura 3, tem também um impacto negativo imediato, sendo hoje em dia uma causa de inúmeras doenças.

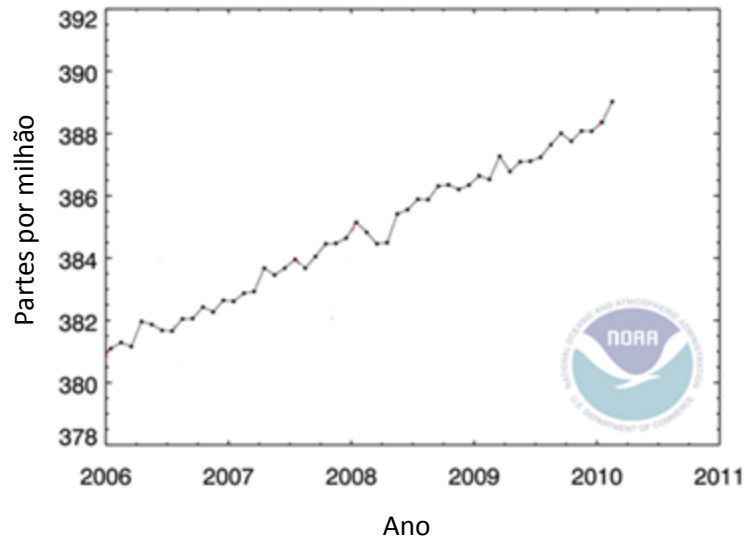


Figura 3. Evolução da concentração de CO2 em “Mauna Loa, Hawaii” entre 2006 e 2010 [5]

Analizado o problema, é imperativo agir rapidamente, e a ligação muito próxima entre emissão de dióxido de carbono e consumo energético torna fulcral a gestão de energia.

O consumo energético mundial tem vindo a aumentar de ano para ano sem um significativo impacto das energias ditas “renováveis”, continuando, como se pode ver na Figura 4, a existir uma forte dependência de combustíveis fósseis como o petróleo. Esta situação preocupante revela necessidade de evolução tecnológica e consciencialização.

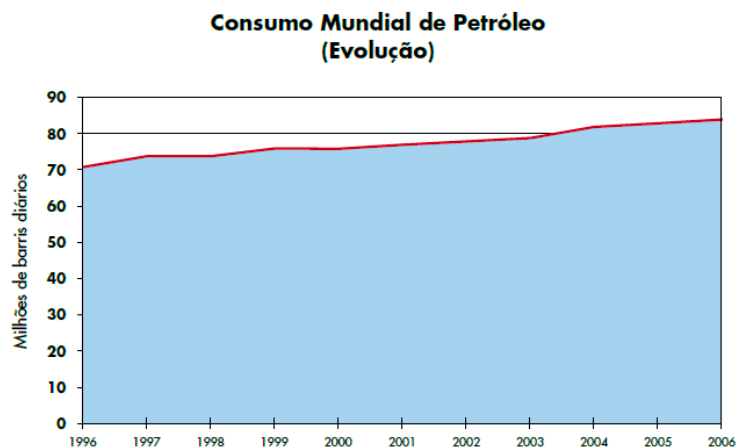


Figura 4. Evolução do consumo Mundial de petróleo entre 1996 a 2006 [6]

Ao nível dos consumos de energia, pode ser feita uma divisão maioritariamente por três grandes sectores: indústria, transportes e edifícios; estes últimos comerciais ou residenciais.

Divisão do consumo de energia final por sector na Europa a 27

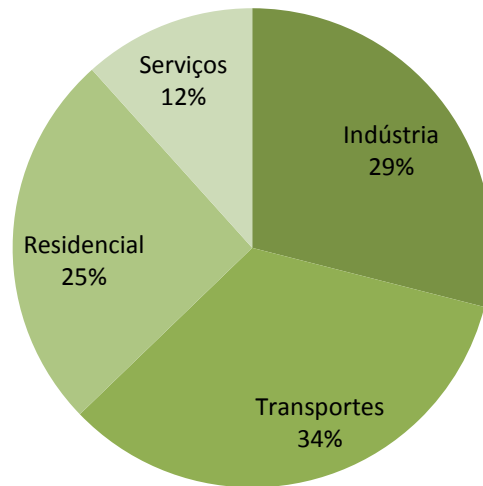


Figura 5. Divisão do consumo de energia final por sector na Europa a 27 no ano de 2007 [7]

Como se pode ver na Figura 5, os edifícios representam hoje em dia cerca de 37% do consumo de energia final da Europa a 27, a indústria 29% e os transportes 34%.

O papel da gestão de energia prende-se então com a procura de solução para redução de consumos e custos com a energia.

Assim, uma maior eficiência na utilização final de energia contribuirá para a redução do consumo de energia primária e para a redução das emissões de CO₂ e de outros gases com efeito de estufa e, por conseguinte, para a preservação do Planeta.

1.3.Objectivos

A actual metodologia utilizada para auditorias e gestão de energia apresenta lacunas ao nível da especialização dos intervenientes e da avaliação dos locais, conduzindo a uma pouca expressão da gestão de energia no mercado actual e a uma baixa eficiência desta.

O objectivo deste projecto é, então, dar a conhecer a dimensão e importância da gestão de energia em edifícios, bem como tentar criar uma nova metodologia para esta na área do aquecimento, ventilação e ar condicionado (AVAC).

No âmbito deste trabalho, adquiriu-se formação especializada nas áreas da gestão de energia e do AVAC, que foi aplicada, primeiramente, na concepção de uma nova metodologia para gestão de energia, baseada numa formação em curto espaço de tempo e no apoio às tarefas por intermédio de fichas objectivas. Estas últimas pretendem englobar todas as indicações necessárias para que o processo de auditoria e gestão de energia seja de máxima eficiência. O teste e optimização de parte deste material decorreu em três auditorias energéticas realizadas a supermercados situados na zona centro do país.

Posteriormente, foram aplicados os conhecimentos adquiridos ao longo desta dissertação num estudo de optimização de consumos energéticos de uma unidade hoteleira situada na zona algarvia.

Este estudo teve como objectivo:

- Conhecer o sistema e equipamentos de AVAC actualmente instalados;
- Desagregar e comparar os consumos actuais com referências bibliográficas;
- Determinar necessidades/consumos médios e máximos;
- Estudar hipóteses para redução de consumos;
- Definir tempos de retorno para as hipóteses propostas.

2. Gestão de energia

2.1.0 que é a gestão

Embora não seja possível encontrar uma definição universalmente aceite para o conceito de gestão e, por outro lado, apesar deste ter evoluído muito ao longo do último século, existe algum consenso relativamente a que este deva incluir obrigatoriamente um conjunto de tarefas que procuram garantir a afectação eficaz de todos os recursos disponibilizados pela organização, afim de serem atingidos os objectivos pré-determinados.

Por outras palavras, cabe à gestão a optimização do funcionamento das organizações através da tomada de decisões racionais e fundamentadas na recolha e tratamento de dados e informação relevante e, por essa via, contribuir para o seu desenvolvimento e para a satisfação dos interesses de todos os seus colaboradores e proprietários e para a satisfação de necessidades da sociedade em geral ou de um grupo em particular[8].

2.2.A gestão de energia

Derivada do conceito de gestão, a gestão de energia pode ser facilmente definida como um conjunto de tarefas, operações e mecanismos criados dentro das organizações com o objectivo de efectuar a gestão dos recursos energéticos desde a sua aquisição até à incorporação no produto final ou libertação para o meio ambiente, utilizando os recursos disponíveis ou através da alocação de novos.

Este tipo de gestão deve a sua existência a[9]:

- Questões ambientais:
 - crescente necessidade de gestão ambiental;
- Questões financeiras:
 - procura de competitividade das empresas; pois a energia apresenta um impacto que pode ser significativo no custo final dos produtos;
 - à necessidade de poder atribuir custos/consumos diferentes a produtos, sectores, áreas ou equipamentos diferentes
- Questões operacionais:
 - complexidade dos sistemas, que requerem cada vez mais análise cuidada;
- Questões legislativas:

- cumprimento de cada vez mais rigorosas questões burocráticas.

A gestão de energia é, então, um meio para atingir objectivos de produtividade e competitividade nas empresas de todos os sectores da actividade económica.

A gestão de energia deverá ser iniciada na fase de projecto das instalações e na escolha dos equipamentos, com opção racional sobre a forma mais conveniente de energia a consumir, optando por soluções que apresentam maior eficiência energética e, consequentemente, que representem menores custos de exploração.

Contudo, a gestão de energia é fundamentalmente um estado de espírito que se projecta no futuro e, como tal, deve ser encarada como um processo continuado e indispensável no quotidiano de qualquer empresa. As acções de gestão energética não poderão ficar pela fase de projecto das instalações. Elas deverão acompanhar a actividade normal da empresa, devendo a responsabilidade da sua aplicação ser atribuída a um gestor de energia.

A gestão da energia deve ser suportada através da elaboração sistemática de auditorias energéticas às instalações consumidoras, e apoiada por programas de actuação e de investimento que têm por objectivo a redução dos consumos e da factura energética.

De uma forma simples podemos dizer que a gestão de energia é [10]:

- conhecer os consumos energéticos:
 - onde se consome a energia;
 - quando se consome a energia;
 - quanto se consome de energia;
- contabilizar e seguir a evolução dos consumos de energia;
- dispor de dados para tomar decisões;
- agir para otimizar, sem penalizar o conforto;
- controlar os resultados das acções e investimentos realizados.

2.2.1. Alocação da gestão de energia na organização

A entidade gestora ou o indivíduo responsável pela gestão de energia, vulgarmente designado por gestor de energia, pode ter várias colocações no seio de uma empresa[11].

A subcontratação de um serviço de gestão de energia, como apresentado na Figura 6, é uma opção administrativa que deve avaliar os custos e benefícios. Em termos teóricos, esta é uma solução eficiente, pois existe uma entidade experiente e dedicada ao serviço de gestão, contudo, a inexistência de uma ligação próxima à actividade da empresa pode causar problemas de falta de conhecimento dos processos e metodologias.

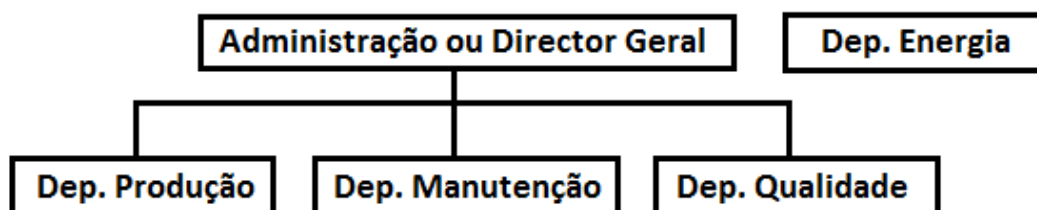


Figura 6. Esquema organizativo referente a uma situação de subcontratação de serviços

Assim, uma solução a adoptar será criar na empresa um departamento próprio dedicado à energia, tal como esquematizado na Figura 7. Este tipo de sistema é o mais eficiente, pois para além de existir uma equipa experiente e dedicada à energia, esta equipa faz parte da empresa, tendo como principais objectivos os objectivos da empresa. O contacto horizontal com todas as áreas da instituição permite o acesso a estas e o conhecimento de todas as operações, sendo por isso a situação de excelência em termos energéticos.

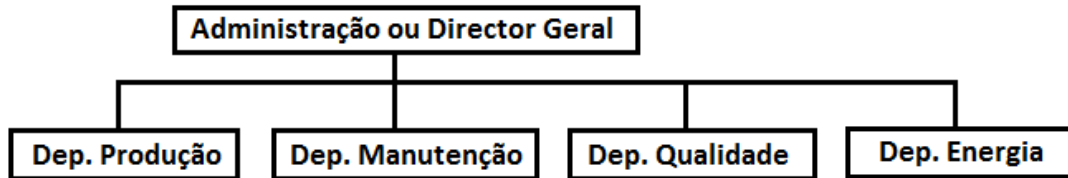


Figura 7. Esquema organizativo referente a uma situação de departamento dedicado

Uma aproximação à estrutura anteriormente descrita será colocar o departamento de energia sobre alçada de um dos departamentos secundários, ver exemplos nas Figuras 8 e 9. Assim, podemos colocar o departamento de energia a cargo do departamento de produção, manutenção, etc.

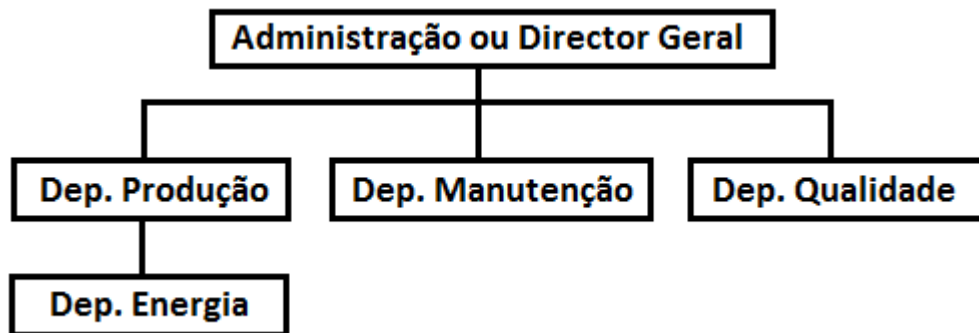


Figura 8. Esquema organizativo referente a uma situação de departamento integrado na manutenção



Figura 9. Esquema organizativo referente a uma situação de departamento integrado na manutenção

Este tipo de colocação apresenta como principal entrave o facto de o departamento de gestão ser um súbdito de outro departamento, sendo que as pessoas responsáveis não têm acesso horizontal a todas as áreas da empresa. Também como problema inerente a esta organização está o descuido da energia em detrimento do desempenho do departamento principal.

Em suma, a opção preferível em termos energéticos passa por possuir um departamento, dentro da estrutura da empresa e com contacto horizontal com os outros departamentos, completamente dedicado à energia. Contudo, esta também será a solução com maiores custos, pelo que é necessário avaliar a importância da energia na actividade da empresa.

Quando a postura perante a energia é uma atitude de controlo de custos e melhoramentos continuados, não se pretendendo grandes investimentos nem investigações, a solução de englobar o departamento de energia num dos departamentos principais é uma solução de compromisso, pois existe proximidade entre os intervenientes na gestão e a empresa. A ideia de acumulação de cargos pode parecer favorável economicamente mas trará penalizações ao nível do desempenho da gestão.

Por último, há que considerar a hipótese de subcontratação, permitindo que equipas experientes avaliem o local periodicamente. O problema de subcontratar encontra-se no facto de estarmos a depender de um trabalho de outrem, do qual esperamos o melhor possível, mas sobre o qual não temos controlo total.

2.3.0 gestor de energia

De uma maneira geral, um gestor de energia deve ser alguém com uma formação e meios suficientes para [10]:

- Analisar os sistemas energéticos e consumos existentes (equipamentos, funcionamento, necessidades do utilizador, etc.);
- Adquirir, analisar e tratar a documentação recolhida (plantas de projecto, manuais, facturas, etc.);
- Perceber e controlar o funcionamento da instalação e as necessidades dos utilizadores;
- Perceber, monitorizar e controlar consumos de diferentes produtos, sectores, áreas ou equipamentos;
- Ter conhecimento sobre controlo dos equipamentos, características e sua eficiência;
- Analisar a instalação face a benchmarks e boas práticas recomendadas;
- Possuir conhecimento de legislação relevante.

Sendo este um leque de qualidades relativamente disperso, existem vários tipos de gestores de energia. Contudo, a abrangência do cargo tende a levá-lo para indivíduos com experiência elevada.

As principais competências específicas dos gestores de energia são explicitadas de seguida[11].

2.3.1. Competências de um gestor

Caso uma empresa pretenda operar numa situação de subcontratar, recorrerá com certeza a uma equipa de engenheiros dedicados para o efeito, pelo que incorrerá em inúmeras vantagens daí decorrentes:

- especialização na área com benefícios ao nível das soluções técnicas encontradas, domínio das tecnologias existentes de redução de consumo que padecem de aplicação no sector;

- conhecimento actualizado da legislação, formas de subsídio e resolução expedita de questões de natureza legislativa;
- objectivo único ou principal bem definido e centrado na redução dos consumos de energia, e como tal, o seu trabalho está centrado no objectivo pretendido sendo imparcial entre os departamentos;

Em termos de desvantagens podemos referir:

- custo elevado;
- desconhecimento do processo produtivo, pessoal e máquinas;

Por outro lado, caso a empresa pretenda criar um departamento dedicado há gestão de energia, estará também certamente a trabalhar com um ou uma equipa de engenheiros dedicados com todas as vantagens que esta estrutura organizativa acarreta:

- especialização na área com benefícios ao nível das soluções técnicas encontradas, domínio das tecnologias existentes de redução de consumo que padecem de aplicação no sector;
- conhecimento profundo do processo produtivo, pessoal e máquinas;
- conhecimento actualizado da legislação, formas de subsídio e resolução expedita de questões de natureza legislativa;
- objectivo único ou principal bem definido e centrado na redução dos consumos de energia, e como tal, o seu trabalho está centrado no objectivo pretendido sendo imparcial entre os departamentos;
- dispensa eventuais serviços externos.

Contudo, esta solução também apresenta algumas desvantagens:

- custo elevado;
- raciocínio condicionado - pode ser mais difícil a quem lida com um processo diariamente sugerir alterações, pois não está suficientemente deslocado do cerne das questões para executar uma análise.

Por último, caso a empresa deseje incorporar a gestão de energia num grupo de trabalho associado a um outro departamento, incorre em outro tipo de vantagens:

- multidisciplinaridade dos intervenientes;
- conhecimento do processo produtivo, pessoal e máquinas;
- solução mais económica.

As desvantagens, por seu lado, decorrem principalmente da falta de formação e de tempo para resolução de problemas:

- dificuldade de acompanhamento de questões específicas emergentes, legislação, subsídios, evolução tecnológica específica;
- atenção principal centrada em questões fora do contexto energético;
- pouca celeridade nos processos de decisão;
- colocação de entraves decorrentes da laboração normal;
- não dispensa eventuais serviços externos;
- dispersão de responsabilidades e interesses.

Escolhida a abordagem a fazer à energia e a estrutura organizativa a dar ao gestor ou equipa de gestão é agora necessário estabelecer a estratégia para o trabalho a realizar.

2.4.Estratégia de gestão de energia

2.4.1. Plano de acção

Para além dos objectivos base de qualquer gestão de energia, existe a necessidade de definir objectivos e metas concretas para a estratégia de cada empresa[11].

Objectivos Primários

Os objectivos primários são objectivos a curto prazo e prendem-se tipicamente com obrigações legais, como o cumprimento de valores estabelecidos e certificação energética. Para tal, existe, geralmente, a necessidade de proceder a uma auditoria energética.

Auditoria energética

Uma auditoria energética pode ser simplesmente definida como um processo de avaliar um edifício na procura de oportunidades para redução custos.

Numa realização consciente, a auditoria energética deve identificar e quantificar os usos de todas as fontes de energia (gás, electricidade, nafta, etc.) para além de localizar onde é feita a utilização (iluminação, ar condicionado ambiente, aquecimento, etc.) e identificar que sector/equipamentos são mais importantes do ponto de vista dos consumos de energia. Por outro lado, devem também identificar quando é utilizada esta energia, reconhecendo padrões de consumo[12].

A análise detalhada dos consumos e perfis de consumo permite identificar, desde cedo, quão grande é a margem para melhoria e que áreas ou hábitos representam maiores desperdícios energéticos. A auditoria energética deve ser realizada por um indivíduo qualificado para o efeito, auditor ou gestor de energia. De referir que um auditor é alguém qualificado para realizar auditorias energéticas enquanto um gestor de energia é alguém que para além de realizar auditorias energéticas acompanha o edifício na implementação de melhorias.

A metodologia, mais comum, utilizada na execução de uma auditoria energética é constituída basicamente por quatro fases de intervenção, seguindo o esquema apresentado na Figura 10[10]:

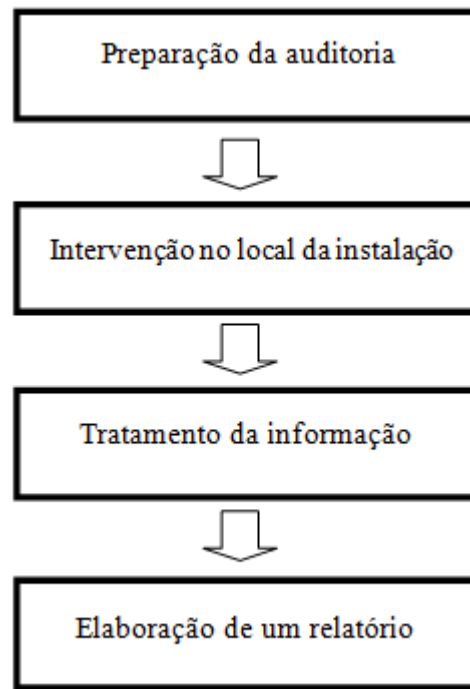


Figura 10. Principais etapas na realização de uma auditoria energética

Primeira fase – preparação da auditoria

A fase de preparação da auditoria reveste-se de grande importância, constituindo um elemento decisivo para a qualidade do trabalho a desenvolver. Esta primeira fase é normalmente composta pelas seguintes tarefas:

- visita prévia às instalações a auditar;
- recolha dos dados correspondentes aos registos históricos dos últimos anos de actividade;
- estudo e análise do processo produtivo implementado nas instalações a auditar;
- levantamento das tecnologias de processo e das tecnologias energéticas, disponíveis no mercado, caracterizadas por uma elevada eficiência.

Relativamente aos dados a recolher, estes são principalmente:

- consumos de energia final por tipo de energia consumida e por ano;
- factura energética por tipo de energia consumida e por ano;
- produções anuais por tipo de produto e por ano
- ...

Quando se incorre na situação em que o auditor não é um especialista na área a auditar é necessário levantamento pormenorizado do sistema para análise posterior.

Segunda fase – intervenção no local

Após a primeira etapa, a equipa de auditoria iniciará a fase de trabalhos de campo, que deverá começar pela recolha de informação burocrática. Seguem-se então:

- A caracterização dos equipamentos produtores e consumidores de energia, quanto ao seu consumo e à sua eficiência energética;

- A determinação de consumos de energia final (por forma de energia utilizada) em cada um dos sectores;
- A determinação de diagramas globais de carga da instalação consumidora, por sector produtivo e por forma de energia utilizada;
- ...

Terceira fase - tratamento de informação

Após o período de intervenção no local, os técnicos auditores deverão organizar toda a informação recolhida nas duas primeiras fases, com vista ao seu adequado tratamento.

Dever-se-ão agora estudar:

- Consumos de energia: do global da instalação, por sector produtivo, por equipamento significativo e por tipo de energia consumida;
- Rendimentos energéticos dos principais equipamentos consumidores e produtores de energia;
- Soluções tecnológicas (energéticas e de processos), com vista a serem implementadas e com objectivo de produzirem acréscimos de eficiência energética do sistema;
- Análises técnico-económicas de custo-benefício das soluções tecnológicas inventariadas;
- Soluções organizacionais para implementação de um sistema de gestão de energia permanente (caso não exista)
- ...

Quarta fase - relatório da auditoria energética

A auditoria energética às condições de utilização da energia numa instalação consumidora ficará concluída com a elaboração do respectivo relatório. Este documento deverá apresentar, ao gestor da empresa e ao gestor de energia, caso exista, toda a informação de uma forma organizada e coerente.

Objectivos secundários

Cumpridos os objectivos primários da organização e analisados os resultados provenientes da auditoria, podem-se então definir objectivos secundários; que correspondem a importantes linhas estratégicas de acção que tenham em vista impactos significativos na redução dos custos com a energia.

Objectivos terciários

Por fim, são analisados objectivos terciários, definidos como aqueles que apresentam um impacto com menor dimensão na organização e correspondem geralmente a melhorias de desempenho, optimização e consciencialização; melhorias contínuas de forma geral.

2.5. Metodologia de gestão de energia

Em suma, a gestão de energia deve ser um trabalho cíclico e contínuo de acompanhamento e melhoramento das organizações. A Figura 11 apresenta uma metodologia possível para implementação de gestão de energia.

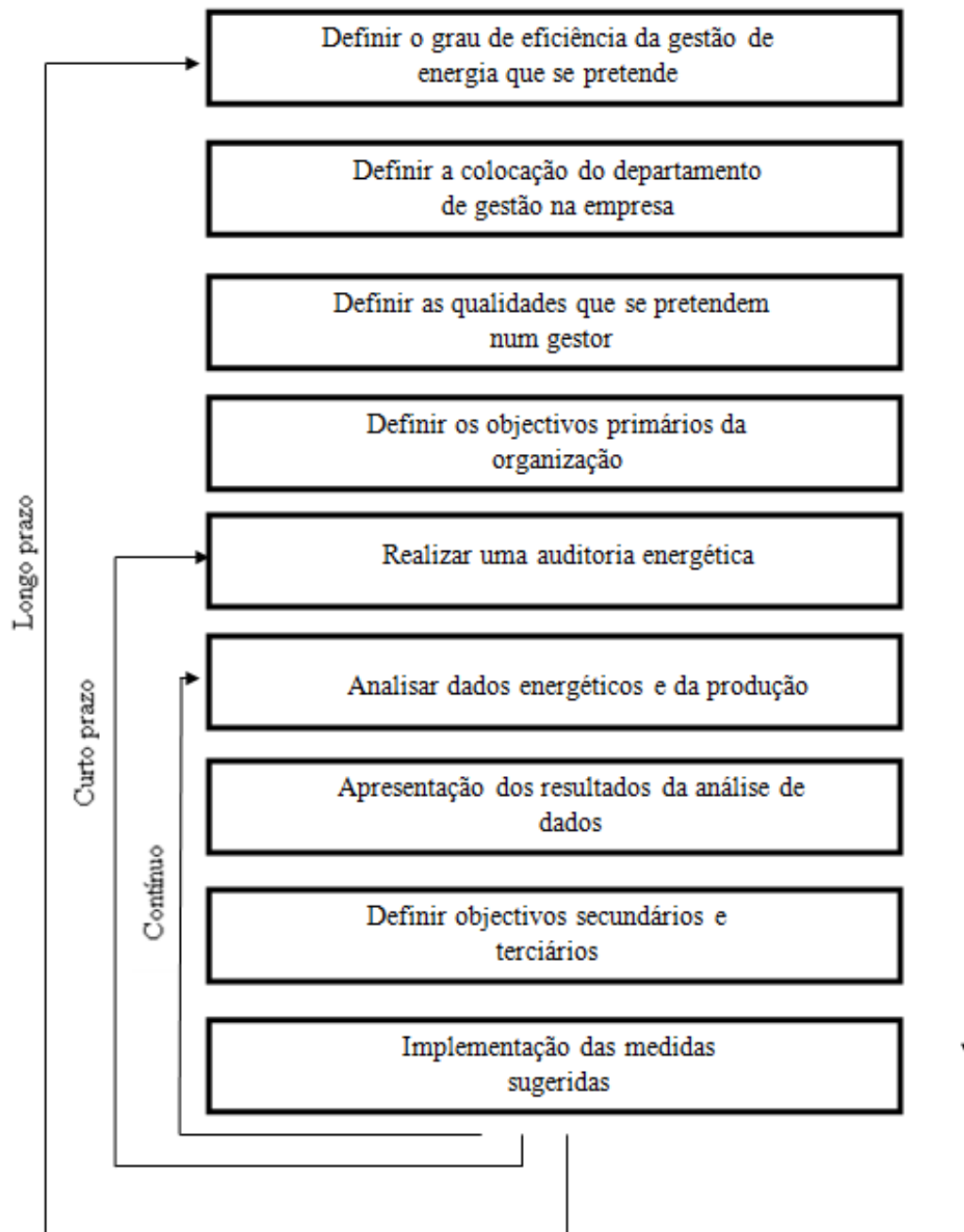


Figura 11. Metodologia de realização de gestão de energia

A realização correcta deste trabalho requer experiência e conhecimento profundo dos sistemas energéticos. Desta feita, este será o tema a apresentar no capítulo III.

2.6. Gestão técnica centralizada (GTC)

Ainda antes de abordar o tema dos sistemas energéticos, interessa conhecer os programas de gestão técnica centralizada.

Nos últimos anos a gestão de energia tem ganho espaço no mercado mundial. Têm-se criado inúmeros softwares de suporte a esta tarefa. Os mais relevantes são os chamados programas de gestão técnica centralizada que têm como principal vantagem acumular num software as medições mais relevantes de um edifício, permitindo o controlo remoto e automático dos equipamentos, Figura 12.

Estes programas gerem parâmetros essenciais de funcionamento dos edifícios, nomeadamente:

- Energia: operação das unidades de AVAC, controlo da iluminação, etc.
- Segurança: detecção de incêndios, câmaras de segurança, etc.
- Anomalias: defeitos em sensores, problemas com elevadores, etc.



Figura 12. Interface de software de GTC

Outra das vantagens destes programas prende-se com a capacidade de memorizar informação podendo produzir relatórios de consumos. Estes dados podem ser usados para estabelecimento de estáticas e ajustamentos com objectivo de diminuição de custos e consumos[13].

3. Sistemas energéticos em edifícios

A qualidade dos edifícios e do conforto, em sentido lato, a eles associado tem aumentado ao longo do tempo, particularmente nos últimos anos. As necessidades ligadas à higiene, as necessidades básicas, as necessidades de conforto térmico e ainda o uso de equipamentos de entretenimento e equipamentos eléctricos de apoio às tarefas, são comodidades que foram sendo postas gradualmente à disposição dos utilizadores de edifícios. Mas tudo tem um custo: as comodidades traduzem-se num acréscimo de investimento e, em geral, num maior consumo de energia.

Em termos de divisão dos consumos, é impossível encontrar uma situação que abranja todas as diferentes tipologias (hotéis, serviços, residenciais, etc.), pelo que, na Figura 13, se apresenta, a título de exemplo, uma divisão referência para “Hotéis de 4 estrelas”.

Divisão referência, por utilização final, dos consumos em Hotéis de 4 estrelas

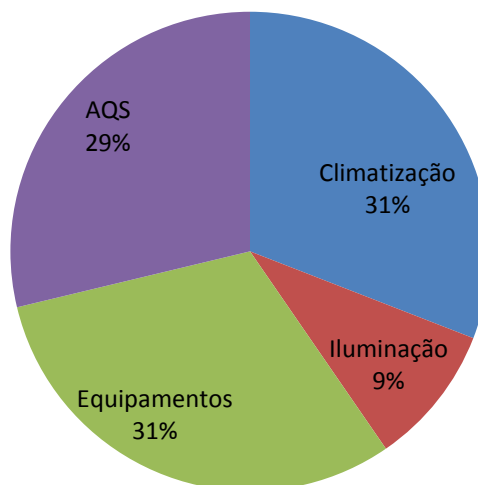


Figura 13. Divisão referência, por utilização final, dos consumos em Hotéis de 4 estrelas [14]

Em termos de utilizações finais, os consumos de energia nesta tipologia distribuem-se aproximadamente da seguinte forma: águas quentes sanitárias (AQS) 29%, iluminação e equipamentos 40%, climatização 31% [14]. Estes valores representam uma ordem de grandeza, porventura grosseira quando referidos a sectores populacionais ou áreas regionais específicas. No entanto ilustram onde se deverá actuar nos edifícios de forma a melhorar a sua eficiência térmica e energética.

Um gestor, ou equipa de gestão de energia, que pretenda trabalhar com máxima eficiência tem obrigatoriamente de ter formação específica pelo menos em cada uma destas áreas.

Como foi referido anteriormente, este trabalho incidirá sobre o sector dos edifícios, nomeadamente no âmbito do AVAC, pelo que será apenas este sistema energético explicitados de seguida.

Antes de mais, importa referir que em termos de climatização existem, entre outras, duas grandes referências para análise de equipamentos: a norma americana ASHRAE 90.1[24] que estabelece mínimos para os parâmetros de desempenho dos equipamentos (baseada a em desempenhos nos testes ARI), e a *Eurovent*[22], entidade europeia que certifica equipamentos (em condições próximas dos testes ARI) atribuindo-lhes uma classe de eficiência energética.

A norma ASHRAE 90.1 é um documento muito completo que contem também implicações directas no projecto de AVAC. Contudo, o facto de se focar no mercado norte-americano não facilita a aplicabilidade ao mercado europeu.

Assim (embora estas referências não sejam 100% comparáveis), a classificação energética *Eurovent* apresenta-se hoje em dia como a melhor análise em termos de avaliação de performance para equipamentos a nível europeu. Desta feita, serão explicitados os equipamentos e as condições de teste destes, para que se perceba o significado dos valores de performance. Para desempenho de unidades de tratamento de ar, a avaliação *Eurovent* será preterida face à avaliação, também europeia, da norma EN 13779[17] sobre requisitos de performance para ventilação e sistemas de climatização.

3.1.Sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar condicionado (AVAC)

Quando se fala em sistemas de aquecimento ventilação e ar condicionado, existe uma divisão grosseira típica em sistemas centralizados, parcialmente centralizados e sistemas locais[19] [26].

Contudo, alguma complexidade desta divisão levou a que não fosse esta a esta estratégia a utilizar neste capítulo, mas sim uma divisão em quatro partes: geração de energia térmica; distribuição desta até ao ar a climatizar, tipo de equipamentos terminais de tratamento do ar e sistema global implementado no edifício.

3.1.1. Geração de energia térmica

O conhecimento de conceitos básicos por detrás dos sistemas AVAC é imperativo para a percepção global de um sistema complexo. De seguida serão descritos de forma sucinta as principais tecnologias e equipamentos primários de produção de energia térmica.

3.1.1.1. Chillers

Os principais equipamentos contemporâneos de arrefecimento exploram o princípio de que um líquido absorve calor quando evapora. Um fluido usado para arrefecimento é geralmente chamado de frigorigénio e a energia absorvida por este na mudança de líquido para vapor chama-se calor latente. Quando este calor é retirado a uma fonte, essa é arrefecida.

Os *chillers* não retiram calor ao ar, mas sim a um fluido intermediário (geralmente água) que por sua vez retirará a carga ao espaço[20].

3.1.1.1.1. Chillers de compressão

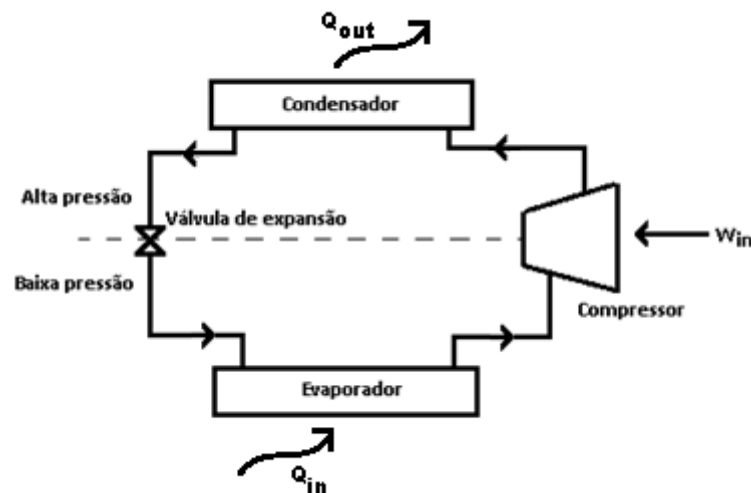


Figura 14. Representação esquemática de um ciclo frigorífico de compressão

O tipo de equipamento de geração de frio mais comum usa um ciclo frigorífico de compressão, como apresentado na Figura 14. Depois de o frigorigénio ser evaporado pelo calor da carga de arrefecimento, o vapor é comprimido, isto eleva a temperatura do gás acima da temperatura ambiente. Desta forma, energia presente no gás pode ser removida por troca de calor com ar ou água a temperatura inferior. Remover o calor faz com que o gás condense, voltando outra vez ao estado líquido.

O fluido líquido a uma temperatura moderada vindo do condensador é redireccionado para o evaporador atravessando uma válvula de expansão. Como a pressão no evaporador é inferior à do condensador, uma porção de líquido que passa pela válvula é vaporizado, esta mudança de estado arrefece o refrigerante para a temperatura de entrada no evaporador. O frigorigénio encontra-se, agora, novamente pronto para absorver calor proveniente da carga de arrefecimento repetindo-se o ciclo[20][21].

O principal componente deste tipo de equipamentos é o compressor. Os principais tipos de compressores são: alternativos, centrífugos, parafuso, de espiral, rotativos de palhetas, *swing* e axiais, este último de aplicação muito reduzida.

Compressores alternativos

O tipo de compressor mais utilizado neste tipo de equipamentos é o alternativo. São usados desde pequenas unidades até unidades de centenas de quilowatt. Este tipo de máquina utiliza

um sistema biela-manivela para converter o movimento rotativo de um eixo no movimento axial de um pistão ou êmbolo. O rendimento volumétrico pode superar os 90% [21].

O controlo da carga neste tipo de equipamentos pode ser conseguido diminuindo a velocidade de rotação do compressor ou abrindo a válvula de descarga de algumas câmaras de compressão.

O controlo de carga por válvula de descarga é complexo e não linear, como se demonstra na Figura 15: [22]

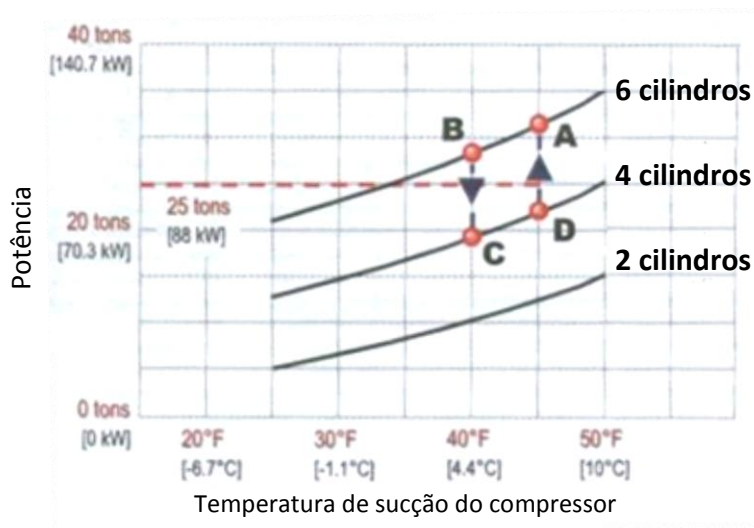


Figura 15. Exemplo de funcionamento com válvula de descarga de um compressor alternativo [22]

Por outro lado, o controlo com variação de frequência é simples e conseguem-se desempenhos a carga parcial superiores ao de outras tipologias (como por exemplo os compressores centrífugos), uma vez que o efeito da redução de velocidade nas várias fontes de ineficiência é relativamente pequeno. [21]

Compressores centrífugos

Os compressores centrífugos são tipicamente utilizados para potências superiores aos compressores alternativos e podem atingir potências de arrefecimento na casa dos 10 megawatt. O modo de funcionamento é similar ao de uma bomba centrífuga; o fluido a ser comprimido entra no centro de um rotor e flui para a periferia deste por acção da força centrífuga da rotação. Rendimentos na casa dos 80% são típicos.

O controlo da carga neste tipo de compressores pode ser realizado alterando a posição das palhetas existentes antes do rotor ou alterando a velocidade de rotação. A primeira tecnologia é relativamente eficiente apenas para pequenas reduções de carga enquanto que com alteração de velocidade de rotação a eficiência não é muito penalizada até grandes reduções de carga [21][22].

Compressores de parafuso

São compressores para capacidades intermédias entre os compressores alternativos e os compressores centrífugos. A compressão é realizada pela rotação de dois *rotors*, um macho e um fêmea, dentro de uma caixa.

O controlo a carga parcial pode ser feito por uma válvula que controla a saída do compressor ou por variação de velocidade de rotação. O comportamento é muito satisfatório até cerca de 10% da carga máxima[21].

Compressores de espiral

Tipicamente utilizados para sistemas de pequena dimensão, este tipo de sistema trabalha segundo o princípio de aprisionar o vapor entre duas elipses, uma móvel e uma fixa.

O controlo a carga parcial realiza-se por variação de velocidade ou por sistema ON/OFF. Esta última tecnologia (ON/OFF) utiliza várias unidades de menor dimensão para realizar o trabalho que poderia ser feito por apenas uma unidade. Desta feita, permite-se que o controlo de carga seja realizado com ON/OFF de alguns destes compressores, num comportamento muito semelhante ao abrir e fechar de válvulas de descarga dos compressores alternativos[22].

Compressores rotativos de palhetas

São compressores de baixa capacidade e com taxas de compressão bastante reduzidas, até cerca de 7:1. Podem ser actuados por motores simples, pois não requerem grande binário.

O controlo a carga parcial é apenas por variação de velocidade e o seu desempenho é satisfatório até 20% da carga máxima[21].

Compressores swing

Tal como os compressores rotativos, são compressores para potências reduzidas. Um dos seus trunfos costuma ser o pouco ruído produzido pela rotação suave do pistão excêntrico. O controlo de carga parcial realiza-se por variação de frequência[23].

3.1.1.1.2. Chiller de absorção

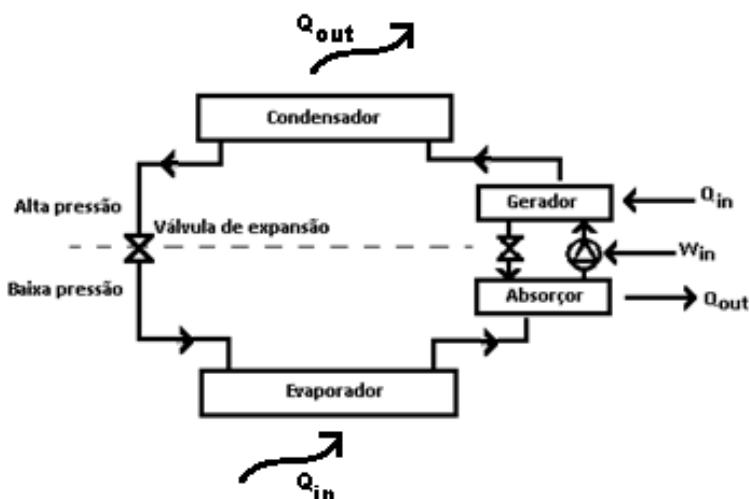


Figura 16. Representação esquemática de um ciclo frigorífico de absorção

Tal como nos *chillers* de compressão, os *chillers* de absorção operam absorvendo calor para evaporar um líquido, ver Figura 16. Neste tipo de equipamentos usam-se dois tipos de combinações frigorígeno-absorvedor: água-brometo de lítio ou amónia-água, no primeiro caso o fluido frigorígeno é a água, no segundo a amónia.

Num ciclo de absorção, a pressurização do refrigerante é conseguida pela mistura, num componente denominado de absorçor, do fluido frigorígeno com o líquido absorvedor (reação exotérmica), esta mistura é então bombeada para um componente que recebe calor, denominado de gerador, onde ocorre a separação do frigorígeno a alta pressão do fluido absorvedor, este último volta ao absorçor e o fluido frigorígeno é encaminhado para o condensador tal como num normal ciclo de compressão. Atravessa então a válvula de expansão e flui para o evaporador terminando o ciclo[20][21].

3.1.1.1.3. Controlo de carga

O controlo a carga parcial de equipamento tipo *chiller* realiza-se no compressor ou no sistema absorçor gerador.

Em termos de *set-points* de trabalho, estes são tipicamente definidos na temperatura da água refrigerada à saída do evaporador ou temperatura da água à entrada do evaporador. Este tipo de *set-points* pode ser manual ou automático, definido pelo utilizador manualmente ou estabelecido por um sistema automático programado; inteligentes ou fixos, caso dependam ou não de um outro parâmetro. [24]

3.1.1.1.4. Condições de funcionamento

Os *chillers*, quer de compressão quer de absorção, são equipamentos com um comportamento muito dependente de várias condições, nomeadamente, temperatura no condensador e temperatura da água refrigerada. O seu desempenho aumenta com a diminuição da temperatura de condensação e com o aumento da temperatura da água refrigerada, tal qual como se demonstra na Figura 17.

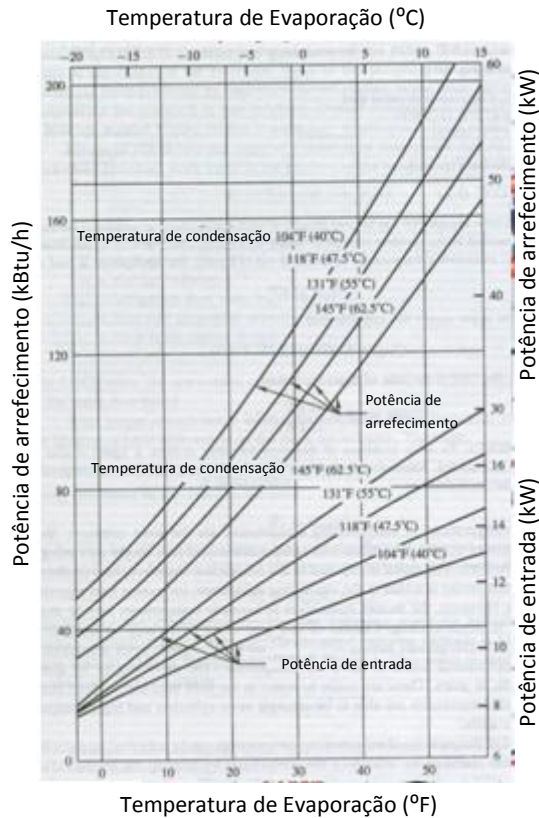


Figura 17. Exemplo da influência das temperaturas de condensação e evaporação na performance de um *chiller*

3.1.1.1.5. Avaliação de desempenho

Os parâmetros típicos para avaliar desempenho destes equipamentos são o EER (designação mais comum para o desempenho em arrefecimento – por vezes também designado por COP) e o ESEER. [16] Estão obrigados a certificação destes parâmetros pela *Eurovent* os equipamentos que obedecem às condições da Tabela 1:

Tabela 1. Potências térmicas máximas que requerem certificação *Eurovent*[16]

Arrefecimento dos condensadores	Potência de arrefecimento máxima
Ar	600 kW
Água	1500 kW

O EER representa o rácio entre a capacidade de arrefecimento e a energia eléctrica de entrada no equipamento.

$$EER = \frac{Q_{arref}}{W_e}$$

Este índice é calculado à carga máxima e segundo condições de funcionamento específicas apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Condições de teste para certificação Eurovent[16]

		Temperaturas (entrada/saída) °C	
		Arrefecimento	
Aplicação	Tipo	Evaporador	Condensador
Ar condicionado	Ar / Água	12/7	35a
	Água / Água	12/7	30/35

a: Temperatura de bolbo-seco

Este tipo de teste é o mais antigo e usual, sendo que o resultado obtido remete o equipamento para uma classificação europeia de eficiência energética segundo a Tabela 3.

Tabela 3. Classes de eficiência estabelecidas pela certificadora Eurovent[16]

Arrefecimento		
EER Classe	Arrefecido a ar	Arrefecido a água
A	≥ 3.1	≥ 5.05
B	2.9 - 3.1	4.65 - 5.05
C	2.7 - 2.9	4.25 - 4.65
D	2.5 - 2.7	3.85 - 4.25
E	2.3 - 2.5	3.45 -- 3.85
F	2.1 - 2.3	3.05 - 3.45
G	< 2.1	< 3.05

Contudo, os *chillers* operam, geralmente, próximo destas condições somente durante um período limitado de tempo durante o ano. Assim, valores de performance a carga parcial são mais parecidos com a realidade do que os valores de performance à carga máxima. Desta forma, a Eurovent decidiu certificar equipamentos com base não só na eficiência a carga máxima, mas também a cargas parciais. Este indicador é denominado de ESEER e pretende dar à Europa uma análise semelhante aos SEER, IPLV e NPLV provenientes das normas americanas. As condições do ensaio para este ESEER estão representadas na Tabela 4 (Porcentagem da carga, temperaturas de condensação e coeficientes de ponderação para *chillers* a ar e água):

Tabela 4. Parâmetros para avaliação de ESEER para certificação Eurovent[16]

Parâmetros ESEER			
Carga (%)	Temperatura do ar (°C)	Temperatura da água (°C)	Coeficientes de ponderação
100	35	30	0,03
75	30	26	0,33
50	25	22	0,41
25	20	18	0,23

$$\text{ESEER} = \text{A.EER100\%} + \text{B.EER75\%} + \text{C.EER50\%} + \text{D.EER25\%}$$

$$\text{A} = 0.03; \text{B} = 0.33; \text{C} = 0.41; \text{D} = 0.23$$

Apesar da existência deste indicador, a Europa peca ainda por não lhe atribuir classe energética.

3.1.1.1.6. Remoção de calor do condensador

Depois de ser descarregado do compressor, o vapor de frigorigénio a alta pressão entra no condensador. Este é um permutador que transfere calor do fluido frigorigénio para o ar, água, ou outro fluido a temperatura inferior.

Os tipos de condensadores mais conhecidos são a ar e a água que por sua vez podem ser evaporativos ou não.

Condensador a ar

Um condensador a ar típico tem o fluido frigorigénio a alta pressão e temperatura a fluir pelo interior dos tubos de um permutador e usa ventiladores como forma de circular ar na tentativa de remoção de calor.

Uma variante deste tipo de tecnologia são os condensadores evaporativos em torre fechada. Com este equipamento, o frigorigénio flui no interior dos tubos de um permutador e são da mesma maneira utilizados ventiladores para fazer circular ar. A diferença reside na existência água a ser borrifada na superfície dos tubos do permutador, como esquematizado na Figura 18.

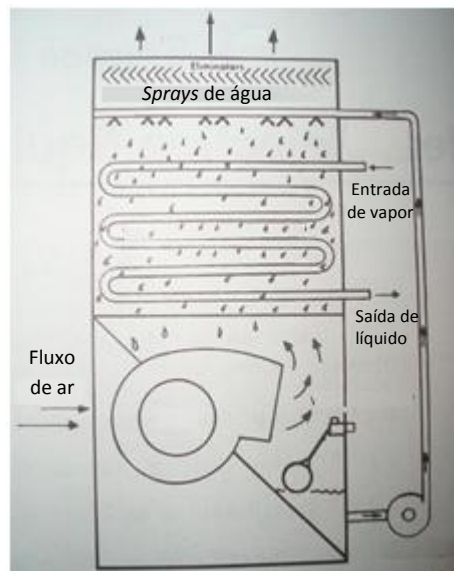


Figura 18. Representação esquemática de uma torre evaporativa fechada [20]

Enquanto o ar passa pelo exterior dos tubos, este faz com que a parte da água evaporada pelo calor que recebe do fluido frigorigénio seja transportada pelo fluxo de ar, melhorando as condições para a transferência de calor. A restante água é geralmente recolhida e borrifada de novo para ser evaporada[20][25][21].

Condensador a água

Neste tipo de sistemas o fluido frigorigénio troca calor directamente com um caudal de fluido intermediário, geralmente água. Esta flui em tubos enquanto o frigorigénio quente passa pela superfície dos mesmos. Com a transferência de calor do frigorigénio para a água, dá-se a condensação do primeiro. O calor cedido à água pode ser recuperado, trocado com um meio ou removido pela circulação forçada de ar num permutador ar-água.

Uma mistura entre sistemas a água e torres evaporativas são chamadas as torres evaporativas abertas. Nestas, a água que recebeu calor do frigorigénio é borrifada numa zona onde existe um caudal de ar forçado por ventiladores, é estimulada a evaporação e a água que resta cai para um depósito de onde é de novo circulada para o condensador (ver Figura 19). O perigo de contaminação da água é um factor a ter em conta neste tipo de solução[20][25][21].

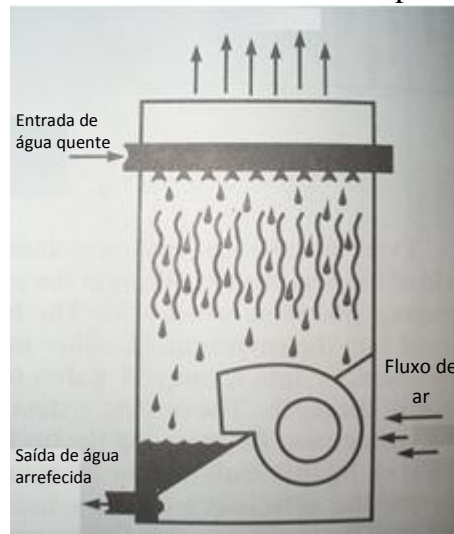


Figura 19. Esquema representativo de torre de arrefecimento aberta [20]

3.1.1.2. Bombas de calor

Este tipo de equipamento recorre a um ciclo termodinâmico de princípio igual ao um *chiller*. Contudo, é utilizado tipicamente invertido, colocando no lado prioritário (consumo) o calor cedido pelos condensadores. Muitas unidades são também capazes de inverter o ciclo, automaticamente, podendo colocar o evaporador no lado prioritário e funcionando em modo de arrefecimento, como se pode ver na Figura 20. O lado não prioritário pode ser uma simples permutada de calor com exterior ou aproveitamento para outros fins.

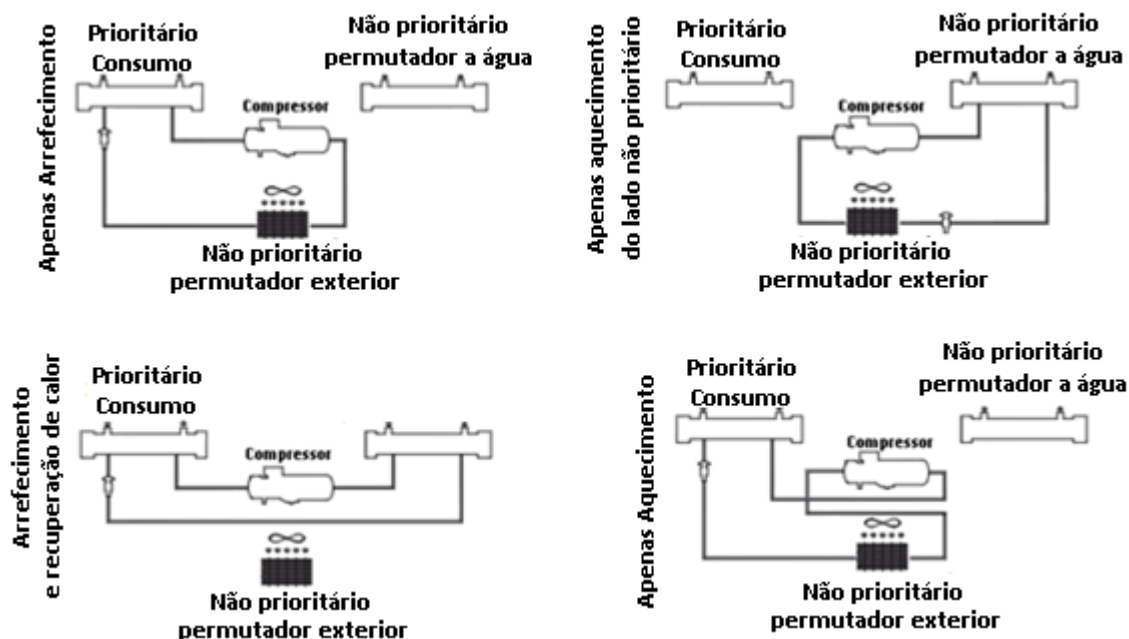


Figura 20. Esquema representativo de aplicabilidade de uma unidade do tipo Bomba de calor reversível [26]

Em termos básicos de tipologia, as bombas de calor podem ser de expansão directa, no caso em que a transferência de calor para o ar a climatizar se dá directamente a partir do líquido frigorígeno ou expansão indirecta, nas situações em que água ou outro fluido é utilizado como intermediário na troca de calor entre o frigorígeno e o ar.

3.1.1.2.1. Bombas de calor de expansão directa ar-ar

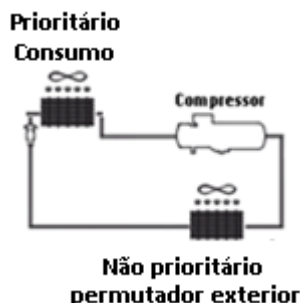


Figura 21. Esquema representativo de uma bomba de calor expansão directa ar-ar

O funcionamento do lado não prioritário (exterior) de uma bomba de calor de expansão directa ar-ar baseia-se no princípio de que a circulação forçada de ar ambiente num

permutador ar-frigorigénio permite que existe captação (evaporador exterior) ou libertação (condensador exterior) de energia para o meio.

Da mesma forma, a permuta do lado prioritário recorre à troca de calor directa entre o frigorigénio e o ar a climatizar[20][25][27].

3.1.1.2.2. Bombas de calor de expansão directa água-ar

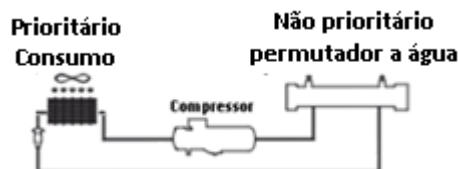


Figura 22. Esquema representativo de uma bomba de calor expansão directa água-ar

A diferença entre esta tipologia e a anteriormente explicitada reside na remoção de calor (no caso de arrefecimento) ou captação de calor (no caso de aquecimento) do lado não prioritário. Desta feita, essa remoção ou captação recorre a um intermediário (geralmente água) que troca calor com o solo ou outra fonte[20][25][27].

3.1.1.2.3. Bombas de calor de expansão indirecta ar-água



Figura 23. Esquema representativo de uma bomba de calor expansão indirecta ar-água

Esta tipologia utiliza um intermediário (tipicamente água) na transferência de calor entre o fluido frigorigénio e o ar do espaço a climatizar. Por outro lado, a remoção ou captação de energia do lado não prioritário é assegurada pela circulação forçada de ar, por intermédio de ventiladores, directamente num permutador ar-frigorigénio[20][25][27].

3.1.1.2.4. Bombas de calor de expansão indirecta água-água



Figura 24. Esquema representativo de uma bomba de calor expansão indirecta água-água

Este tipo de sistema tem um funcionamento do lado exterior igual ao de uma bomba de expansão directa água-ar e um funcionamento do lado interior igual ao de uma bomba de

expansão indirecta ar-água. Ou seja, existe um fluido intermediário (tipicamente água) na permuta entre o fluido frigorigénio e o ar quer do lado não prioritário, quer do lado do espaço a climatizar[20][25][27].

3.1.1.2.5. Libertação ou captação de energia no lado não prioritário

Um ciclo frigorífico utilizado apenas para fornecer ou retirar calor ao espaço útil necessita de captar ou libertar calor para outra fonte. As fontes mais comuns são o ar exterior ou a água. Quando a fonte de troca de calor é o ar exterior, o sistema é simples, pois o calor libertado ou captado não vai alterar a temperatura média da massa de ar atmosférica. Por outro lado, quando é utilizada água para a troca, existem duas situações distintas possíveis: ciclo aberto ou ciclo fechado.

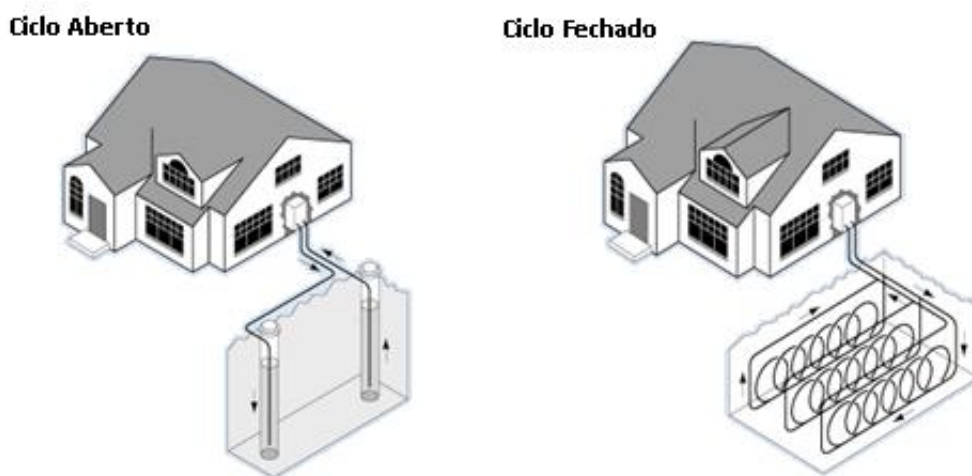


Figura 25. Esquema representativo de ciclo aberto (esquerda) e ciclo fechado (direita)

Por ciclo aberto entenda-se a constante renovação da água que circula no permutador exterior, como se pode ver na Figura 26 (esquerda), por exemplo: água bombeada de um rio para o permutador e sendo de novo despejada no rio. Um pouco à semelhança do que acontece com a utilização de ar exterior, o calor trocado não vai alterar a temperatura média do rio. Assim, se a fonte de fluido estiver à temperatura desejada conseguir-se-ão bons desempenhos do sistema. Contudo, estes sistemas necessitam de cuidados de forma a não permitir que a água danifique o permutador exterior.

Se, por outro lado, o fluido que troca calor no lado não útil for recirculado em ciclo fechado, como se pode ver na Figura 26 (direita), existe a necessidade de lhe retirar ou fornecer calor de forma a manter os desempenhos elevados. É tecnologia actual utilizar o solo ou uma fonte hídrica (que não sofrem grandes alterações de temperatura ao longo do ano) como meio para manter a temperatura do fluido em valores que permitam bom desempenho ao sistema. O custo inicial deste tipo de instalações costuma ser elevado enquanto os custos de manutenção tendem a ser relativamente baixos decorrentes de boas condições de funcionamento[20][25][27].

Importa ainda referir que a melhor solução é apenas aplicável a bombas de calor em função de arrefecimento e *chillers*, e consiste na utilização do calor libertado pelo condensador para apoio a sistemas de aquecimento (AQS, piscinas, etc.). Este tipo de sistemas necessita de um segundo permutador exterior, pois caso as necessidades de recuperação sejam ultrapassadas

continuaram a haver necessidades de remover o calor dos condensadores, recorrendo-se tipicamente ao apoio de ventiladores.

3.1.1.2.6. Controlo de carga

Tal como nas unidades tipo *chiller*, o controlo a carga parcial nos equipamentos de expansão indirecta é realizado pelos compressores como descrito anteriormente.

Em termos de *set-points* de trabalho, no caso de unidades de expansão indirecta os controladores funcionam com base na temperatura da água do lado prioritário. Tipicamente o controlo exerce-se sobre a temperatura de saída para o consumo mas também pode ser efectuado na temperatura de entrada no permutador.

Relativamente a unidades expansão indirecta, o ajuste à carga será discutido mais à frente no tópico “Equipamentos AVAC”.

3.1.1.2.7. Condições de funcionamento

Tal como os *chillers*, estes equipamentos em função de arrefecimento vêm o seu desempenho aumentar com a diminuição da temperatura no condensador e com o aumento da temperatura no evaporador. Em função de aquecimento, a performance depende da mesma forma, quanto maior a temperatura no evaporador e menor a temperatura no condensador melhor o rendimento da máquina.

3.1.1.2.8. Avaliação de desempenho

Quanto a índices de eficiência para unidades de expansão indirecta, existem os mesmos EER e ESEER dos *chillers* aos quais se acrescenta o COP para o desempenho em aquecimento[16].

$$COP = \frac{Q_{aquec}}{W_e}$$

Assim, às condições de teste do *chiller*, acrescem, na Tabela 5, condições de teste em função de aquecimento. Desta feita, fica também estabelecida uma classe de eficiência energética para a função de aquecimento segundo a Tabela 6.

Tabela 5. Condições de teste para certificação Eurovent[16]

		Temperaturas (entrada/saída) °C			
		Arrefecimento		Aquecimento	
Aplicação	Tipo	Evaporador	Condensador	Condensador	Evaporador
Ar condicionado	Ar / Água	12/7	35a	40/45	7
	Água / Água	12/7	30/35	40/45	10b

a: Temperatura de bolbo-seco

b: Medido com o mesmo caudal de água que em modo de arrefecimento

Tabela 6. Classes de eficiência estabelecidas pela certificadora *Eurovent*[16]

Aquecimento		
COP Classe	Arrefecido a ar	Arrefecido a água
A	≥ 3.2	≥ 4.45
B	3.0 - 3.2	4.15 - 4.45
C	2.8 - 3.0	3.85 - 4.15
D	2.6 - 2.8	3.55 - 3.85
E	2.4 - 2.6	3.25 - 3.55
F	2.2 - 2.4	2.95 - 3.25
G	< 2.2	< 2.95

Em termos de eficiência sazonal, a *Eurovent* não possui indicadores para o modo de aquecimento.

Por outro lado, para a situação de bomba de calor de expansão directa, os parâmetros de avaliação de desempenho *Eurovent* são apenas dois, EER e COP. Estes estão directamente ligados aos equipamentos que utilizam este tipo de unidades, nomeadamente *rooftops* e *splits*, pelo que se discutiram mais a frente no tópico “Equipamentos AVAC” deste mesmo capítulo.

3.1.1.3. Caldeiras

Como foi dito anteriormente, a produção de calor pode ser realizada com equipamentos do tipo bomba de calor. Contudo, se pretender produzir água quente através do uso de um sistema deste tipo, esta não ultrapassa, geralmente, os 65°C e nesta situação com COP's relativamente baixos[30].

Assim, uma solução mais convencional é a utilização de caldeiras, que podem acumular funções de AQS, água quente para radiadores, alimentação de baterias de aquecimento, etc.

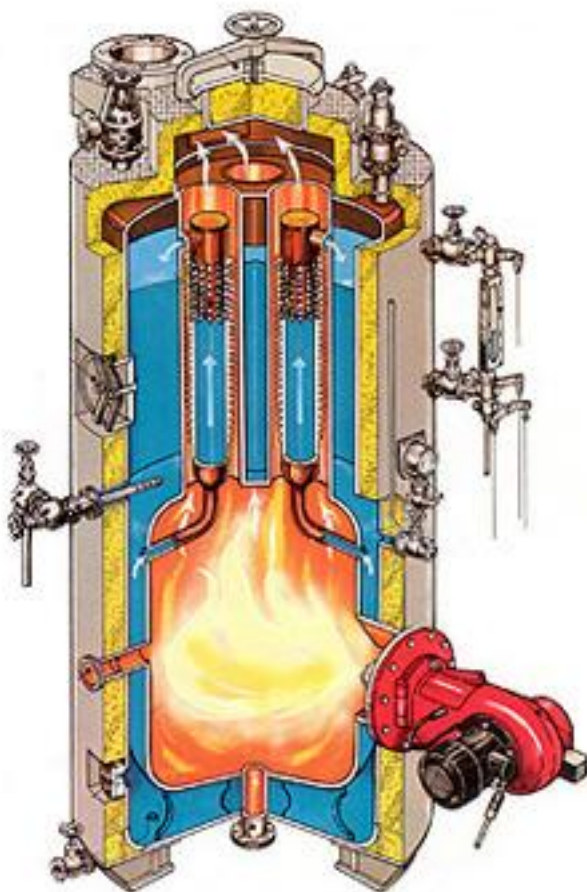


Figura 26. Esquema representativo de uma unidade do tipo caldeira

Em termos energéticos, ajuda pensar que uma caldeira é um permutador de calor que tem a sua própria fonte de calor, ver Figura 26. As caldeiras existem para transferir de forma eficiente o calor da fonte para a água (ou outro fluido)[20].

3.1.1.3.1. Caldeiras convencionais

O princípio de transferência de calor é o que define uma caldeira. Os dois principais grupos de caldeiras são as caldeiras de tubos de fumo e as de tubos de água. Em ambas, o nome deriva do facto de tubos serem utilizados como superfície de transferência de calor. Se os gases de combustão circulam dentro dos tubos e a água fora chama-se caldeira de tubos de fumo. Se, por outro lado, a água circula dentro dos tubos e os gases de combustão fora, denomina-se caldeira de tubos de água. Estas duas soluções têm sido aplicadas desde o início da era

industrial e cada um delas continua a dominar para determinados valores de potência e pressão. Outros tipos de caldeiras também existem mas de aplicação mais reduzida[20][21].

3.1.1.3.2. Caldeiras de condensação

Uma tipologia que tem ganho espaço no mercado são as caldeiras de condensação. A importância deste tipo de caldeiras encontra-se no seu rendimento, significativamente superiores ao das caldeiras convencionais (por vezes atingem-se rendimentos superiores ao valor teórico máximo: $Q_{aquec} > m_{comb} \cdot PCI$). A principal característica que define este tipo de equipamentos é a grande área de transferência de calor resistente à corrosão, que permite que o vapor de água contido nos gases de combustão condense ainda dentro da caldeira. A condensação permite recuperar o calor latente deste vapor de água[20].

3.1.1.3.3. Controlo de carga

O controlo a carga parcial nas caldeiras depende maioritariamente do tipo de queimador utilizado.

Os queimadores podem ser de um ou dois escalões, sendo que a principal diferença reside no facto de os queimadores com apenas um escalão fazerem ciclos ON/OFF sempre a trabalhar a plena carga (Figura 27) enquanto os queimadores de dois escalões trabalham a carga parcial e apenas se as necessidades não forem cumpridas trabalham a plena carga.

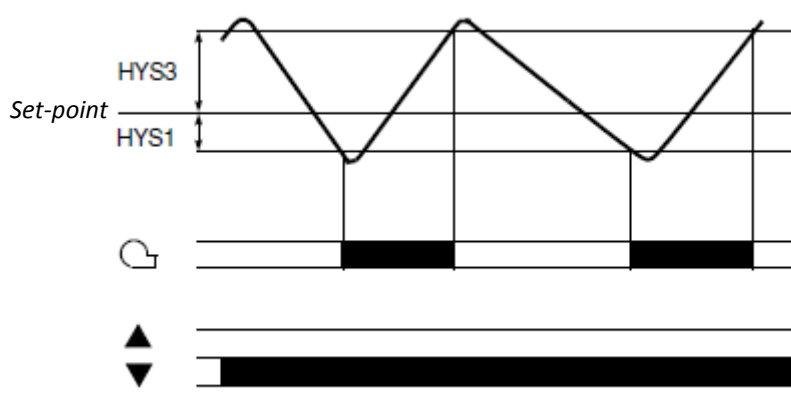


Figura 27. Esquema representativo de controlo tipo ON/OFF [29]

Os queimadores de dois escalões são mais complexos e têm que ser capazes de trabalhar com diferentes caudais de combustível. Com pequenas cargas de aquecimento, este tipo de queimadores opera dentro da “dead-band” em sistema ON/OFF tal como os de apenas um escalão. Contudo, esta operação está a ser realizada utilizando apenas parte da potência disponível do queimador -“chamado *low-fire operation*” [(1)-Figura 28]. Quando a carga térmica de aquecimento aumenta e o trabalho em “*low-fire*” se mostra insuficiente é activado o segundo escalão. Nesta altura, a trabalhar perto da potência máxima (com o segundo escalão activo, em “*high-fire operation*”) podemos ter um controlo da carga modular[(2)-Figura 28] ou ON/OFF [(2)-Figura 29].

Com um controlo modular, o controlador varia a taxa de queima do segundo escalão à volta da do *set-point* definido. Se a carga de aquecimento baixar consideravelmente e mesmo

desligando completamente o segundo escalão as necessidades forem cumpridas voltamos ao ciclo normal de “low-fire operation”.

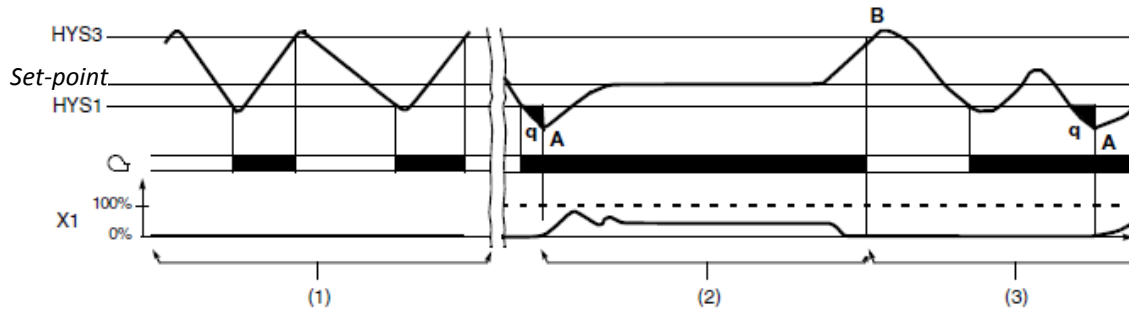


Figura 28. Esquema representativo de controlo tipo 2 escalões modular [29]

Se com o segundo escalão activo for realizado um controlo ON/OFF, existe a criação de um *set-point* superior extra dentro da “dead-band”, sobre o qual o controlo é por ON/OFF do segundo escalão. Tal como no caso do controlo modular, se a carga de aquecimento baixar consideravelmente e mesmo desligando completamente o segundo escalão as necessidades forem cumpridas voltamos ao ciclo normal de “low-fire operation”.

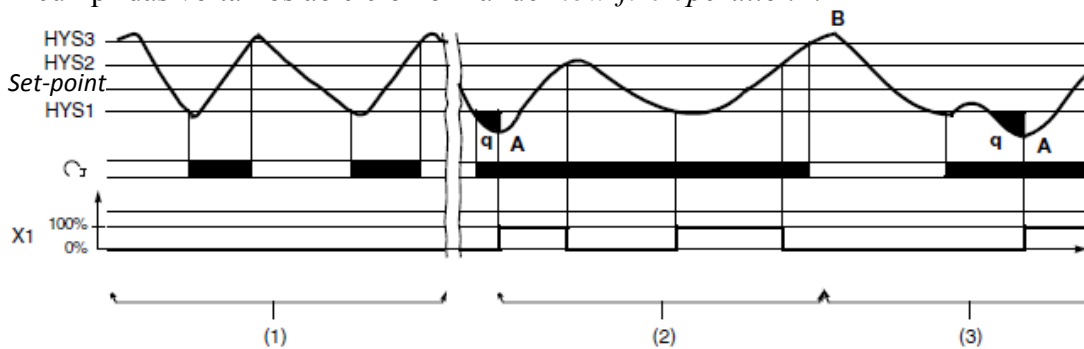


Figura 29. Esquema representativo de controlo do tipo 2 escalões ON/OFF [29]

Em termos de eficiência a plena carga não existem grandes diferenças entre os vários tipos de controlo, contudo a carga reduzida (inferior a 30%) verifica-se uma melhor eficiência para caldeiras de dois escalões modulares, seguindo-se as caldeiras de dois escalões ON/OFF e por fim as de apenas um escalão ON/OFF. O conforto de utilização tende a seguir a mesma sequência[21].

Em termos de *set-point* de funcionamento este costuma ser estabelecido na temperatura da água de saída ou de entrada na caldeira, tal como para todos os equipamentos este pode ser automático ou manual, inteligente ou não.

3.1.1.3.4. Avaliação de desempenho

Actualmente, na União europeia, a avaliação de desempenho de caldeiras está ao abrigo da directiva 92/42/CEE do Conselho de 21 de Maio de 1992[30].

Esta directiva prevê a análise do funcionamento deste tipo de equipamentos à potência nominal e com temperatura média da água de 70°C, bem como a carga parcial de 30% para uma temperatura média da água na caldeira variável em função do tipo de caldeira. A directiva estabelece também limites mínimos de eficiência nestes testes (ver Figura 30).

Tipo de caldeiras	Intervalos de potência	Rendimento à potência nominal		Rendimento em carga parcial	
	kW	Temperatura média da água da caldeira (em °C)	Expressão da exigência de rendimento (em %)	Temperatura média da água na caldeira (em °C)	Expressão da exigência de rendimento (em %)
Caldeiras padrão	4 a 400	70	$\geq 84 + 2 \log P_n$	≥ 50	$\geq 80 + 3 \log P_n$
Caldeiras de baixa temperatura (*)	4 a 400	70	$\geq 87,5 + 1,5 \log P_n$	40	$\geq 87,5 + 1,5 \log P_n$
Caldeiras de gás de condensação	4 a 400	70	$\geq 91 + 1 \log P_n$	30 (**)	$\geq 97 + 1 \log P_n$

(*) Incluindo as caldeiras de condensação que utilizem combustíveis líquidos.

(**) Temperatura da água de alimentação da caldeira.

Figura 30. Condições de teste e mínimos para equipamentos do tipo caldeira [30]

Nos últimos anos, com a crescente preocupação energética têm vindo a aparecer propostas para melhoria desta avaliação. O que se tem vindo a tentar propor hoje em dia, é uma análise sazonal semelhante ao ESEER existente para os *chillers*.

Uma proposta muito simplista para a criação deste indicador vem da CIBSE que afirma que a avaliação a 30% e 100% da carga está longe avaliar o real comportamento destes equipamentos. Assim, apresenta uma proposta para análise com carga a 15%, 30% e 100%, que teriam pesos 50%, 20% e 30%, respectivamente[31].

Esta proposta da CIBSE para um novo indicador estabelece uma classe de eficiência energética a caldeiras sem novos testes práticos, apenas assumindo pressupostos teóricos.

Passa então por estabelecer uma eficiência a 15% da carga com base no tipo de controlo e na eficiência a 30%:

- 2 escalões modulante: eficiência a 15% = eficiência a 30% x .98
- 2 escalões ON/OFF: eficiência a 15% = eficiência a 30% x .95
- 1 escalão ON/OFF: eficiência a 15% = eficiência a 30% x .90

$$\text{Eficiência sazonal da caldeira} = 0.5 * (\text{Eff}15\%) + 0.20 * (\text{Eff}30\%) + 0.30 (\text{Eff}100\%)$$

Este cálculo daria origem a uma classe de eficiência segundo a Tabela 7:

Tabela 7. Classes de eficiência sazonal propostos pela CIBSE [31]

Indicador de eficiência sazonal	
Classe de eficiência	Rendimento
A	> 96%
B	93% – 96%
C	90% – 93%
D	87% – 90%
E	< 87%

3.1.2. Distribuição da energia térmica

As técnicas utilizadas para transportar e armazenar energia térmica, desde a geração até aos equipamentos onde esta é cedida ao ar para vencer a carga térmica, são de conhecimento fulcral para perceber o funcionamento e desempenho dos sistemas de AVAC.

3.1.2.1. Circuitos hidráulicos base

Nos sistemas a água as unidades de produção podem ser projectados com especificações diferentes dos equipamentos terminais (caudal fixo para produção e variável na distribuição, por exemplo), nesta situação, é comum não se bombear directamente a água refrigerada ou aquecida para estas últimas.

Criam-se então circuitos primários, de produção, e secundários, de distribuição. O conceito base deste tipo de esquema é haver uma tubagem relativamente pequena entre estes dois sistemas. O caudal do circuito primário é estabelecido pela bomba do circuito primário e o caudal do fluido secundário pela bomba desse mesmo circuito[21][24].

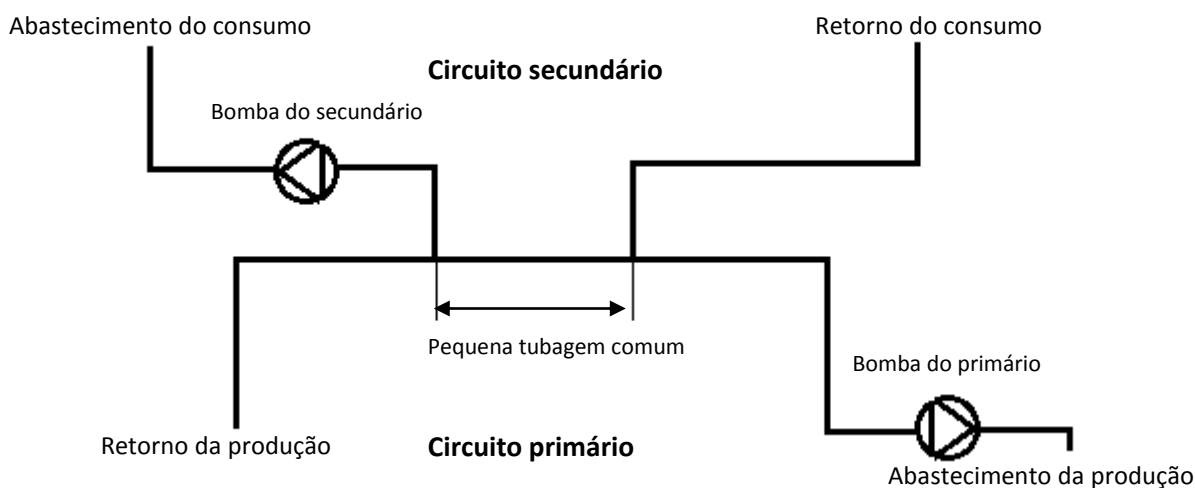


Figura 31. Esquema representativo de circuito primário-secundário

3.1.2.2. Depósitos de Inércia

O uso de depósitos de inércia é uma tecnologia crescente pela oportunidade de produzir “frio” ou “calor” com menores custos. Este facto advém da possibilidade de ter disponível a energia a preços mais baixos (fora do horário de cheias) e de poder otimizar as condições de trabalho dos equipamentos (rendimentos, COP’s, etc.)[20].

Outra das vantagens dos depósitos de inércia prende-se com a disponibilidade de “frio ou calor”. Existindo um acumulador a água (por exemplo), permite-se que as necessidades sejam cumpridas quase de imediato e até a uma taxa maior que aquela que o equipamento conseguiria suprimir a trabalhar em pleno (este é o princípio da grande maioria dos sistemas de água quente sanitária).

Quando se dimensiona um sistema de termo-acumulação é necessário perceber as perdas térmicas inerentes à acumulação face aos ganhos conseguidos. É também recorrente afirmar-se que a presença de termoacumuladores reduz a necessidades de intervenção e manutenção nos equipamentos de produção[20].

Mais uma vez, é de referir que estes sistemas podem não ser a melhor opção energético-ambiental, mas em termos económicos podem apresentar mais-valias.

3.1.2.3. Rede de tubagens

De grande importância para o conforto e eficiência dos sistemas de AVAC é o funcionamento das redes de distribuição de frio e/ou calor. Existem principalmente dois grandes tipos de redes de tubagens: as tubagens de água, que distribuem a energia produzida, tipicamente numa central térmica, pelos equipamentos de consumo presentes no edifício; e as tubagens de fluido frigorigénio que transportam o fluido entre componentes do ciclo termodinâmico. As tubagens de fluido frigorigénio que aqui serão analisadas são apenas aquelas que transportam energia desde a produção até aos equipamentos onde esta é cedida ao ar para vencer a carga térmica, ou seja, as utilizadas em sistemas de expansão directa.

3.1.2.3.1. Tubagens de água

Sistemas a 2 tubos

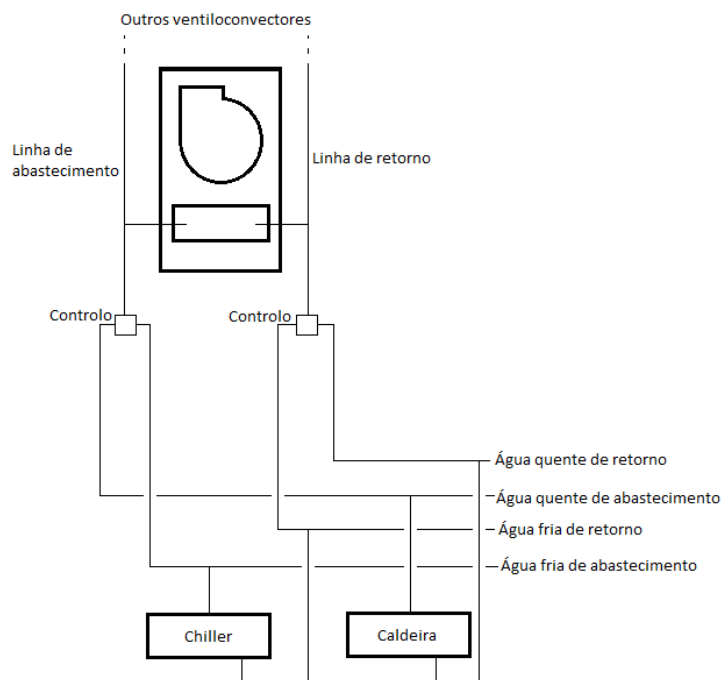


Figura 32. Esquema representativo de um sistema de distribuição de água a 2 tubos

Este tipo de sistema de tubagens é o mais simples e económico e de aplicação corrente em ventiloconvectores.

Como se pode ver na Figura 32, este esquema exige apenas uma bateria com uma tubagem de entrada e uma de saída que é alimentada ou por fluido frio ou por fluido quente. Na montagem em série de vários equipamentos encontramos a sua maior fragilidade, pois é incapaz de levar “frio” a uma zona e “calor” a outra simultaneamente.

Uma variante tecnologicamente avançada deste tipo de sistemas são os sistemas a dois tubos agrupados por módulos. Estes sistemas são possíveis quando a produção de água fria é independente da produção de água quente. Em cada um desses módulos (conjunto de ventiloconvectores) pode circular água quente ou água fria, apresentando uma solução para a sua maior deficiência (ver Figura 33). No limite, quando cada ventiloconvector representa um

módulo este sistema tem um desempenho equivalente a um sistema 4 tubos só que com apenas uma bateria. [20]

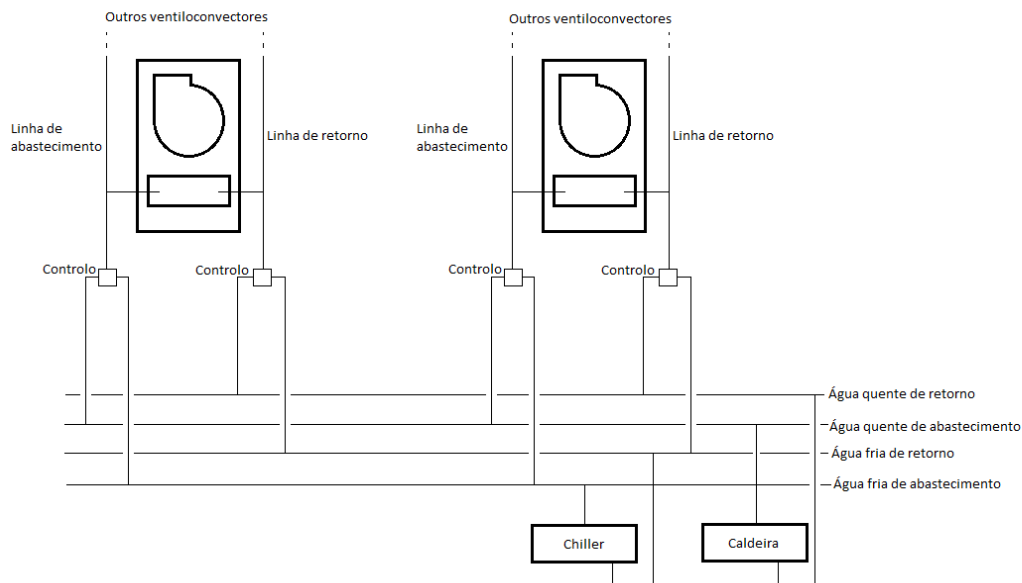


Figura 33. Esquema representativo de um sistema de distribuição de água a 2 tubos zonado

Sistemas a 3 tubos

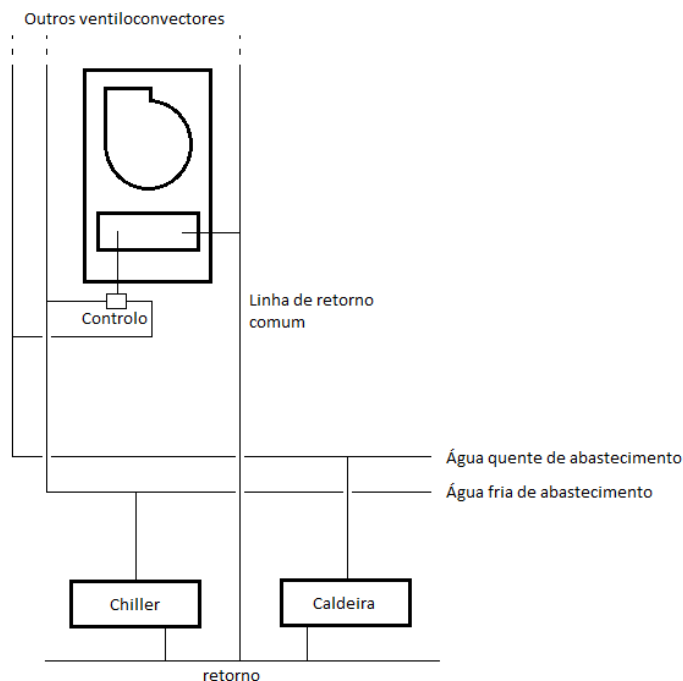


Figura 34. Esquema representativo de um sistema de distribuição de água a 3 tubos

Nos sistemas a três tubos a água, cada ventiloconvector é abastecido separadamente por água fria ou água quente na sua bateria, como apresentado na Figura 34. Esta tipologia permite que cada ventiloconvector forneça ou frio ou calor independentemente do qualquer outro.

Contudo, o sistema usa apenas uma tubagem de retorno para todos os ventiloconvectores. Usando apenas uma linha de retorno atenuam-se os custos de instalação mas aumentam-se consideravelmente os custos de manutenção.

Os sistemas 3 tubos a água são um exemplo extremo de falsa economia. A água que retorna de um ventiloconvector em aquecimento retêm grande parte da sua energia original, pelo mesmo princípio, a água de retorno de um ventiloconvector em arrefecimento mantém grande parte da sua capacidade de arrefecimento. Numa situação em que parte do edifício tem necessidades de aquecimento e outra parte necessidades de arrefecimento, este sistema apresenta o seu grande defeito, pois tendo uma linha de retorno comum existe a mistura entre o fluido quente e o fluido frio perdendo-se o potencial energético de aquecimento e arrefecimento.

É também necessário ter em atenção o facto das temperaturas da água à entrada do equipamento de produção de frio e do equipamento de produção de calor estarem dependentes das necessidades do espaço, ou seja, se 99% do espaço estiver a necessitar de aquecimento e 1% de arrefecimento, a temperatura da água à entrada do equipamento de produção de frio será mais elevada, obrigando a trabalho extra.

Em suma, este sistema tem um funcionamento eficiente quando no edifício apenas existem necessidades de arrefecimento ou de aquecimento. Contudo, nesta situação um sistema a dois tubos é suficiente e com menores custos[20].

Sistemas a 4 tubos

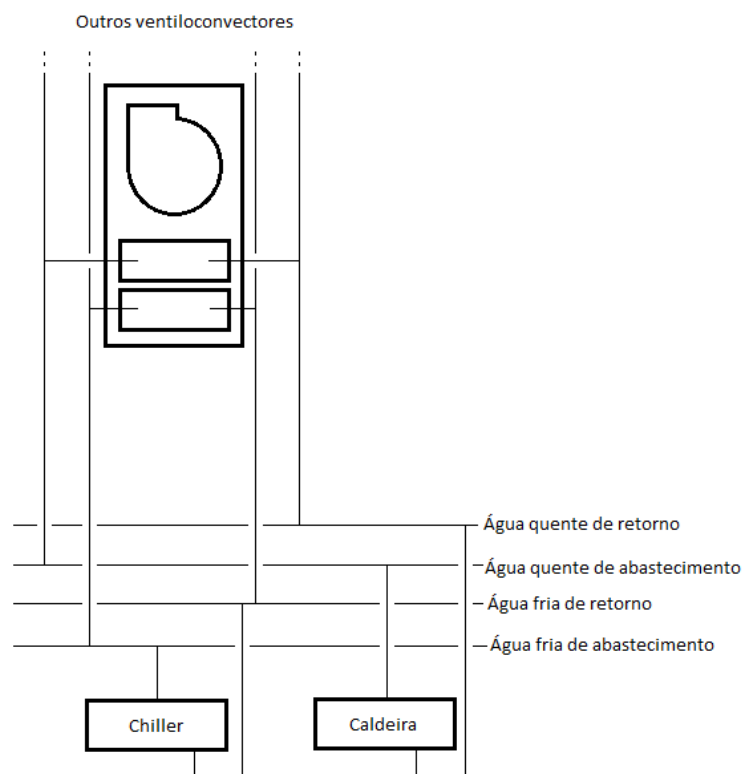


Figura 35. Esquema representativo de um sistema de distribuição de água a 4 tubos

O princípio de funcionamento dos sistemas a 4 tubos é muito simples. Como se pode ver na Figura 35, existem duas baterias cada uma delas com uma tubagem de entrada e outra de

saída. Estas quatro tubagens, uma de água quente de entrada, uma de água quente de saída, uma de água fria de entrada e uma de água fria de saída, permitem que cada ventiloconvector forneça frio ou calor independentemente de qualquer outro. Neste caso, ao contrário dos sistema a três tubos, quando existem necessidades de arrefecimento e aquecimento no mesmo edifício, existem duas linhas de retorno independentes que permitem conservar a energia térmica presente na água quente e a capacidade de arrefecimento presente da água fria[20].

3.1.2.3.2. Controlo de carga

Uma parte importante do controlo de carga nos terminais do sistema de distribuição, para cumprir as necessidades dos espaços, pode ser realizada de duas formas: válvulas três vias ou válvulas reguladoras de caudal[24].

Nos sistemas com válvulas três vias, como apresentado na Figura 36, quando a carga térmica diminui, a válvula moduladora direcciona menos água para a bateria terminal e mais água para o *by-pass* à esta. Este tipo de sistemas são utilizados com o circuito de distribuição em caudal constante e a temperatura de retorno é dependente da carga dos espaços.

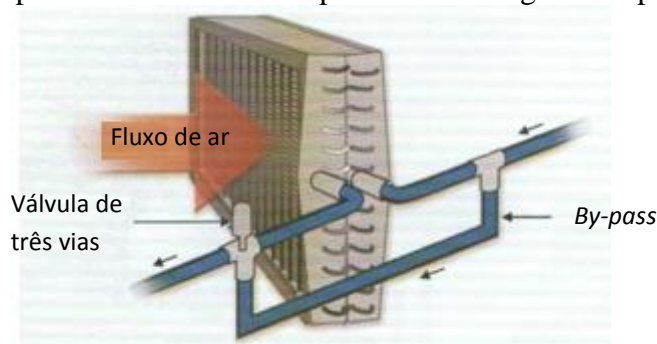


Figura 36. Esquema representativo de controlo por válvula 3 vias [24]

Nos sistemas com válvulas reguladoras de caudal, como apresentado na Figura 37, quando a carga térmica diminui, a válvula reduz o caudal a circular nas baterias, reduzindo o caudal global do sistema. Este tipo de controlo é utilizado com o circuito de distribuição em caudal variável e neste caso a temperatura de retorno é a temperatura de projecto independentemente da carga dos espaços.

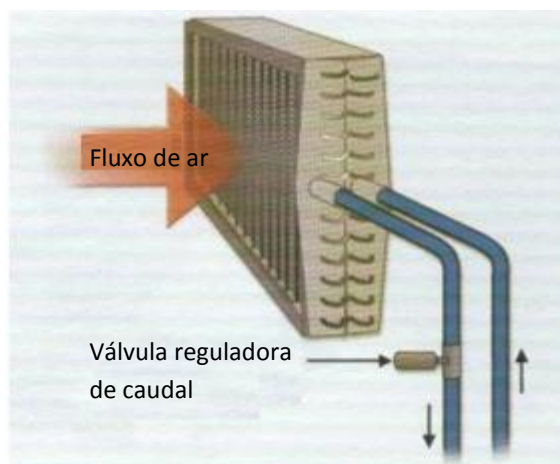


Figura 37. Esquema representativo de controlo por válvula reguladora de caudal [24]

3.1.2.3.3. Tubagens de líquido frigorígeno (equipamentos de expansão directa)

Sistemas a 2 tubos

Possui as mesmas vantagens e desvantagens dos sistemas a 2 tubos a água, simplicidade e custo reduzido em troca da possibilidade de apenas produzir frio ou calor. Contudo, ao contrário dos sistemas a água, como a produção de frio e calor é realizada por um mecanismo de bomba de calor, é impossível adaptar para sistemas agrupados por módulos. A solução costuma ser adoptar vários sistemas independentes, recorrendo a várias bombas de calor (tipicamente várias unidades de *split* ou *multi-split*-ver “Equipamentos AVAC”), para poder criar vários módulos em que cada um deles seja capaz de receber ou frio ou calor. Nesta situação, dois módulos distintos podem estar a produzir frio numa zona e calor noutra, simultaneamente[28][32].

Sistemas a 3 tubos

Este tipo de sistema é muito utilizado hoje em sistemas de expansão directa do tipo VRF (ver “Equipamentos AVAC”) de média e grande dimensão. Tal como nos sistemas a água, a sua grande vantagem reside na possibilidade de cada unidade interior poder fornecer frio ou calor independentemente de qualquer outra unidade. Contudo, como se pode ver na Figura 38, ao contrário dos sistemas a água, o princípio básico é o de aproveitar o calor resultante da produção de “frio” num aparelho para se produzir aquecimento útil num outro.

O sistema apresenta alguma complexidade de gestão mas é bastante eficiente em termos energéticos, principalmente quando funciona perto dos 50% frio 50% calor[28][32].

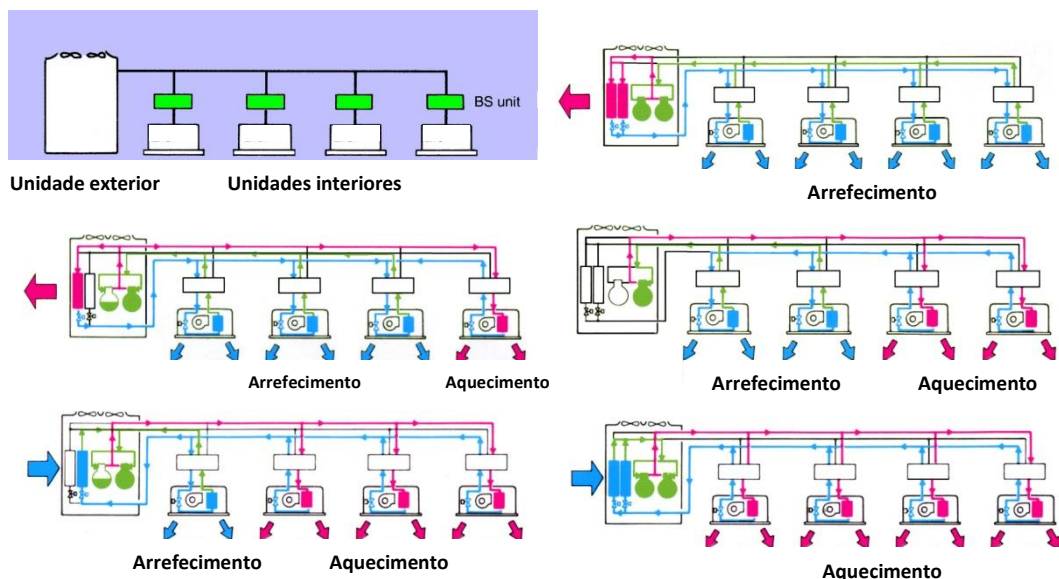


Figura 38. Esquema representativo de um sistema de distribuição de fluido frigorígeno a 3 tubos [48]

3.1.3. Equipamentos AVAC

Como ficou percebido pelas análises anteriores, existem vários equipamentos que incorporam os sistemas de AVAC.

De entre os principais sistemas de geração de frio e calor temos:

- *chiller*;
- bomba de calor;
- caldeira;

Como principais equipamentos secundários temos:

- depósitos de inércia;
- torres de refrigeração;
- bombas;
- ventiladores.

Para além destes sistemas simples e de objectivo único, existem outros mais complexos e que englobam alguns dos equipamentos em cima referidos, nomeadamente:

- ventiloconvectores;
- UTA's;
- UTAN's;
- *split*'s;
- *multi-split*'s;
- *rooftop*'s.

Será destes últimos que se falará de seguida.

3.1.3.1. Ventiloconvectores

Um ventiloconvector é um equipamento que climatiza o espaço pela recirculação forçada de ar interior em baterias de aquecimento e/ou de arrefecimento alimentadas por água quente ou fria proveniente da geração.

As condições de teste para estes equipamentos segundo a entidade *Eurovent* estão compiladas na Tabela 8. Não existem à data indicadores de classe de eficiência[16].

Tabela 8. Condições de teste *Eurovent*[16]

		Ventiloconvector			
		Ar de entrada na unidade		Temperatura da água	
		Bolbo seco (°C)	Bolbo húmido (°C)	Entrada (°C)	Saída (°C)
Arrefecimento		27	19	7	12
Aquecimento	2 tubos	20	-	50	*
	4 tubos	20	-	70	60
*o mesmo caudal utilizado na função de arrefecimento					

3.1.3.1.1. Controlo de carga

O ajuste à carga num ventiloconvector depende do tipo de controlo do caudal através das baterias (*by-pass* ou válvula reguladora de caudal) e da variação de velocidade do ventilador.

Caso o ventilador seja de velocidade fixa, o controlo é realizado apenas no caudal de água em circulação. Caso o ventilador seja de velocidades variáveis o controlo em modo automático é uma combinação entre caudal de água e velocidade do ventilador, como apresentado na Figura 39[33].

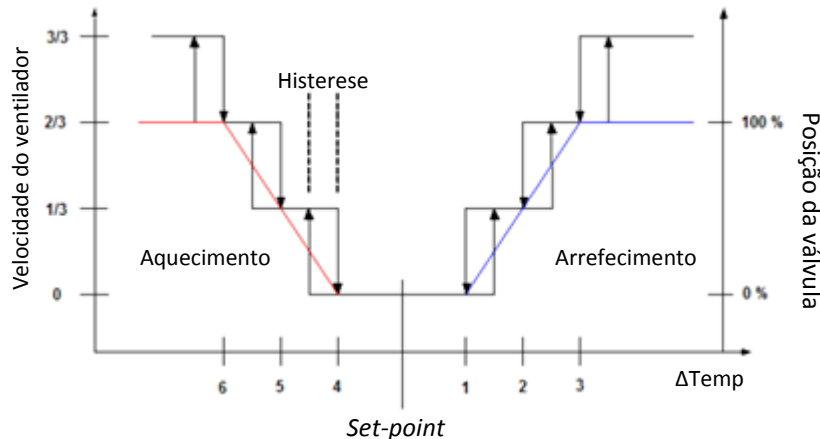


Figura 39. Esquema representativo de controlo num equipamento do tipo ventiloconvector[33]

3.1.3.2. UTA's

As UTA's são equipamentos centralizados de tratamento e ventilação de ar. Estes equipamentos apresentam baterias de aquecimento e arrefecimento que recebem fluido proveniente da geração, realizada noutra unidade. Existem então ventiladores que forçam a circulação de ar por essas baterias climatizando-o. As UTA's são unidades que recirculam ar do ao espaço, mas que deverão também fazer exaustão e admitir ar novo (ar exterior). As boas práticas recomendam a utilização de permutadores de calor entre o ar de exaustão e o ar novo.

3.1.3.3. UTAN's

Equipamentos de princípio igual às UTA's, mas em que não existe recirculação do ar retirado ao espaço, ou seja, existe uma insuflação de 100% ar novo. Tal como nas UTA's é aconselhável a troca de calor entre o ar novo e o ar de exaustão.

3.1.3.3.1. Controlo de carga

O ajuste à carga com estes equipamentos (UTA's e UTAN's) é realizado do mesmo modo que as unidades do tipo ventiloconvectores.

3.1.3.3.2. Avaliação de desempenho (UTA's e UTAN's)

Em termos de unidades de tratamento de ar, a análise típica passa hoje em dia por avaliar a relação entre potência e caudal de ventilação. A *Eurovent* não possui actualmente uma análise deste indicador pelo que para esta análise a norma EN 13779 é uma referência europeia a seguir[17].

O parâmetro de análise chama-se potência específica de ventilação e relaciona a potência dos ventiladores nas condições de projecto com o caudal circulado também em condições de projecto.

Na Tabela 9, apresentam-se as classes de eficiência definidas por esta norma:

Tabela 9. Classes de eficiência pela norma EN 13779 [17]

Classe de eficiência	Psfp (W/(m ³ /s))
SFP1	< 500
SFP2	750
SFP3	1250
SFP4	2000
SFP5	3000
SFP6	4500
SFP7	>4500

Aos indicadores acima referidos devem ser acrescentados os valores da Tabela seguinte na tentativa de não penalizar as unidades de melhor desempenho em termos térmicos e de qualidade do ar.

Tabela 10. Ajustes aos valores de Psfp Segundo a norma EN 13774 [17]

Componente	Psfp (W/(m ³ /s))
Filtro mecânico	300
Filtro EPA	1000
Filtro de gás	300
Recuperador de calor classe H2 ou H1a	300
Arrefecimento de alto desempenho	300

Em 30/01/2010 a *Eurovent* lançou uma metodologia para análise de unidades de tratamento de ar com base na velocidade do escoamento combinada com a perda de carga e eficiência do recuperador. Este indicador ainda está em desenvolvimento, pelo que a sua análise ainda não é típica para unidades de tratamento de ar[16].

3.1.3.4. Split

As unidades do tipo *split* são equipamentos de climatização constituídos por uma unidade no interior do edifício e uma unidade no exterior do edifício. As unidades, exterior e interior, possuem, cada uma delas, um permutador, estes funcionam como evaporador e condensador ou vice-versa num sistema do tipo bomba de calor de expansão directa. Existem, contudo, ainda algumas unidades apenas capazes de trabalhar como evaporador na unidade interior, mas são cada vez mais raras. O compressor situa-se sempre na unidade exterior.

3.1.3.5. Multi-Split

As unidades do tipo *multi-split* são unidades compactas em que para cada unidade exterior podem existir várias unidades interiores. O funcionamento é do tipo bomba de calor de expansão directa (podendo, contudo, haver unidades apenas de produção de frio). O funcionamento e conforto destes sistemas está dependente da rede de tubagem de fluido frigorigénio tal como explicitado no tópico “distribuição de energia térmica”.

3.1.3.5.1. Controlo de carga

Existe hoje em dia, uma divisão das unidades do tipo *split/multi-split* em sistemas convencionais e sistemas VRF (*variable refrigerant flow*). A principal diferença entre sistemas VRF e *Split/multi-splits* convencionais está no controlo de carga, enquanto estes últimos realizam o controlo de carga com ON/OFF dos compressores e com recurso a válvulas de *by-pass*, etc., sem variação de frequência; os sistemas VRF utilizam compressores controlados por autómatos PID, capazes de controlar eficientemente a velocidade de rotação dos compressores. Esta tecnologia permite que o caudal de fluido frigorigénio varie dependendo das necessidades. Assim, obtêm-se melhores valores de eficiência a cargas parciais. A este ajuste no ciclo termodinâmico, é recorrente existir também um ajuste na velocidade do ventilador da unidade interior semelhante às unidades do tipo ventiloconvector. De referir que, tipicamente, a tecnologia VRF é utilizada em sistemas em que uma unidade exterior controla várias unidades interiores[34].

Neste tipo de unidades, o controlador baseia o seu comando na temperatura de um ou vários termóstatos da zona a climatizar[35].

3.1.3.5.2. Avaliação de desempenho(*split/multi-split*)

As unidades de *split/multi-split* são quase sempre equipamentos do tipo bomba de calor de expansão directa reversível, como tal necessitam de ser testadas em função de aquecimento e arrefecimento (em termos de *multi-split* apenas são testadas pela Eurovent as unidades que possuem duas unidades interiores)[16].

Em baixo seguem as condições dos testes que levam à atribuição da classe energética dos equipamentos.

Tabela 11. Condições de teste para certificação Eurovent[16]

	Unidade interior		Unidade exterior			
	Ar de entrada na unidade		Ar de entrada na unidade		Temperatura da água **	
	Bolbo seco (°C)	Bolbo húmido (°C)	Bolbo seco (°C)	Bolbo húmido (°C)	Entrada (°C)	Saída *** (°C)
Arrefecimento	27	19	35	24	30	35
Aquecimento	20	15 máx	7	6	5****	

** O caudal de água no teste de aquecimento deve ser o mesmo usado no teste em arrefecimento

*** Se o caudal indicado pelo fabricante for constante, é aceitável que a temperatura da água seja diferente da apresentada

**** Ou a temperatura mínima recomendada pelo fabricante (usar o maior)

Consoante o resultado obtido nestes testes, os equipamentos de potência inferior a 12kW, os únicos aos quais a *Eurovent* atribui classe de eficiência, receberão a distinção energética segundo a seguinte Tabela:

Tabela 12. Classes de eficiência estabelecidas pela certificadora *Eurovent*[16]

Classe de eficiência	<i>Split/Multi-split</i>			
	Modo de arrefecimento		Modo de aquecimento	
	Condensador a ar	Condensador a água	Evaporador a ar	Evaporador a água
A	$3.20 < EER$	$3.60 < EER$	$3.60 < COP$	$4.00 < COP$
B	$3.20 > EER > 3.00$	$3.60 > EER > 3.30$	$3.60 > COP > 3.40$	$4.00 > COP > 3.70$
C	$3.00 > EER > 2.80$	$3.30 > EER > 3.10$	$3.40 > COP > 3.20$	$3.70 > COP > 3.40$
D	$2.80 > EER > 2.60$	$3.10 > EER > 2.80$	$3.20 > COP > 2.80$	$3.40 > COP > 3.10$
E	$2.60 > EER > 2.40$	$2.80 > EER > 2.50$	$2.80 > COP > 2.60$	$3.10 > COP > 2.80$
F	$2.40 > EER > 2.20$	$2.50 > EER > 2.20$	$2.60 > COP > 2.40$	$2.80 > COP > 2.50$
G	$2.20 > EER$	$2.20 > EER$	$2.40 > COP$	$2.50 > COP$

3.1.3.6. RoofTop's

As unidades *rooftop* são equipamentos do tipo UTA ou UTAN, com a principal diferença sendo o facto da geração de frio ou calor se realizar no interior do próprio equipamento. Esta geração é, tipicamente, conseguida por uma bomba de calor de expansão directa com um permutador exterior e outro interior. Consoante as necessidades do espaço, existe produção de frio ou calor para o permutador interior e consequente libertação ou captação de calor no exterior, respectivamente.

São especialmente dedicadas para tratar uma única zona e têm feito valer a sua simplicidade e versatilidade para conquistar o mercado do AVAC.

3.1.3.6.1. Controlo de carga

Em unidades a caudal constante o controlo da carga é realizado pelo sistema de bomba de calor de expansão indirecta, da mesma forma que as unidades de *split*. Em sistemas de caudal variável o controlo de carga é uma combinação entre caudal circulado e desempenho da bomba de calor. [36]

3.1.3.6.2. Avaliação de desempenho

Este tipo de unidades tem um comportamento semelhante ao de unidades de *split*, pelo que as condições do ensaio em termos de temperaturas são as mesmas da Tabela12.

Contudo, é necessário ter em atenção três procedimentos adicionais[16]:

- A unidade a testar deve estar instalada segundo as especificações do fabricante;
- O ar de insuflação deve estar numa relação com a capacidade de arrefecimento de tal forma que se consigam 170 a 210 m³/h/kW;

- Não deve ser usado qualquer quantidade de ar novo para os testes.

Ao contrário das condições de ensaio, as classes de eficiência diferem das unidades anteriormente referidas. Neste caso, são avaliadas unidades até 100kW de potência de arrefecimento sendo exigidas menores eficiências.

Assim sendo, a classificação *Eurovent* final destes equipamentos encontra-se descrita na Tabela seguinte.

Tabela 13. Condições de teste para certificação *Eurovent*[16]

	<i>Rooftop</i>			
	Modo de arrefecimento		Modo de aquecimento	
Classe de eficiência	Condensador a ar	Condensador a água	Evaporador a ar	Evaporador a água
A	$3.00 < EER$	$4.40 < EER$	$3.40 < COP$	$4.70 < COP$
B	$3.00 > EER > 2.80$	$4.40 > EER > 4.10$	$3.40 > COP > 3.20$	$4.70 > COP > 4.40$
C	$2.80 > EER > 2.60$	$4.10 > EER > 3.80$	$3.20 > COP > 3.00$	$4.40 > COP > 4.10$
D	$2.60 > EER > 2.40$	$3.80 > EER > 3.50$	$3.00 > COP > 2.80$	$4.10 > COP > 3.80$
E	$2.40 > EER > 2.20$	$3.50 > EER > 3.20$	$2.80 > COP > 2.60$	$3.80 > COP > 3.50$
F	$2.20 > EER > 2.00$	$3.20 > EER > 2.90$	$2.60 > COP > 2.40$	$3.50 > COP > 3.20$
G	$2.00 > EER$	$2.90 > EER$	$2.20 > COP$	$3.20 > COP$

3.1.4. Caracterização geral de um sistema

Conhecidos os conceitos básicos de geração e distribuição dos sistemas de AVAC, bem como os principais equipamentos, é agora necessário perceber como estes se integram nos edifícios.

3.1.4.1. Sistemas tudo ar

Este tipo de sistemas utiliza como forma de climatizar o espaço apenas a insuflação de ar climatizado. São sistemas simples que recorrem a unidades do tipo UTA, UTAN ou *rooftop*.

A complexidade deste tipo de sistemas encontra-se no número de zonas a tratar e no tipo de sistemas utilizado. Os sistemas mais comuns são descritos de seguida[33].

3.1.4.1.1. *Sistemas a uma conduta*

Caudal constante

Mantendo um caudal de ar constante, este tipo de sistemas fornece ar a temperatura diferente consoante a carga dos espaços.

Mono-zona

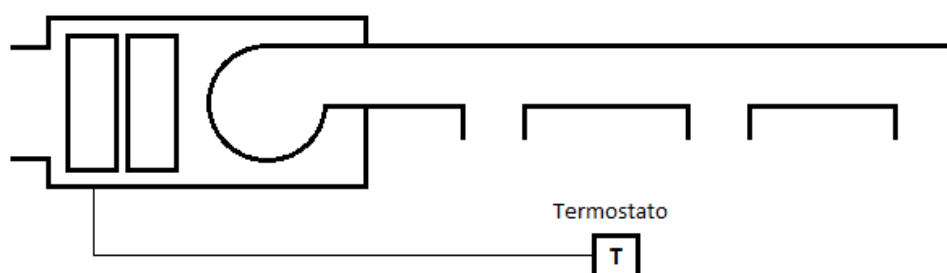


Figura 40. Esquema representativo de um sistema a tudo-ar a caudal constante mono-zona

O mais simples dos sistemas tudo-ar implica a aplicação de uma unidade de tratamento de ar para cada zona, como apresentado na Figura 40. Idealmente, este tipo de sistemas responde completamente às necessidades dos espaços mesmo em termos de humidade. Os sistemas mono-zona apresentam geralmente condutas de pequeno comprimento e consequentemente baixo trabalho de ventilação. Outra vantagem encontra-se na possibilidade de desligar a unidade de tratamento de ar sem afectar outras áreas[20][18][37].

Multi-zona

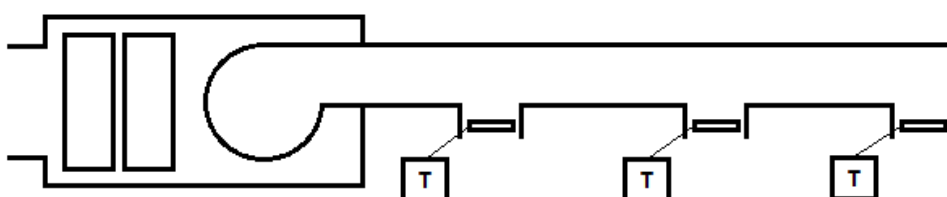


Figura 41. Esquema representativo de um sistema tudo-ar a caudal constante multi-zona

Como se pode ver na Figura 41, os sistemas multi-zona com aquecimento terminal são uma modificação aos sistemas mono-zona e que permitem controlar zonas com diferentes necessidades, simultaneamente. Como a expressão “aquecimento terminal” sugere, é fornecido calor ao caudal de ar após o tratamento inicial. Este tipo de sistemas coloca baterias de aquecimento nas condutas de diferentes espaços controlando assim a temperatura de insuflação.

O sistema usa ar condicionado numa unidade central, geralmente a uma temperatura suficientemente baixa para suprimir a carga máxima de arrefecimento. Ou seja, o ar é geralmente arrefecido até uma temperatura muito baixa, independentemente da carga média dos espaços. Calor é então fornecido ao caudal de ar em cada uma das zonas, exceptuando a de maiores necessidades de arrefecimento, com o objectivo de equilibrar a temperatura de insuflação às necessidades. O resultado é um consumo de energia elevado. Este tipo de sistemas não engloba controlos finos de humidade, pois isso implicaria grandes custos e complexidade de controlo.

Em aplicações comerciais, os sistemas de caudal constante continuam a ser relevantes, principalmente para aplicações como hospitais, laboratórios e outras zonas que necessitem de controlo da pressurização do espaço[20][18][37].

Caudal variável

Mono-zona

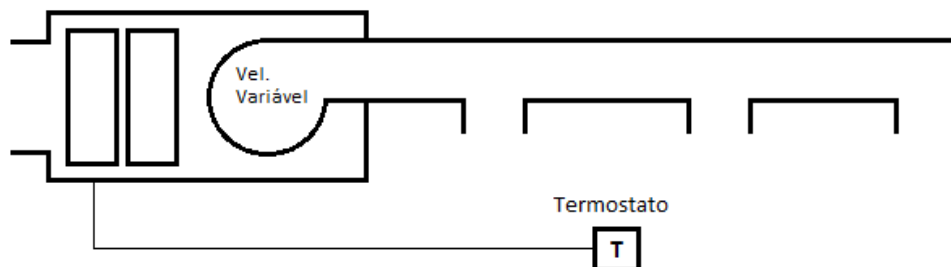


Figura 42. Esquema representativo de um sistema a tudo-ar a caudal variável mono-zona

Um sistema de caudal variável, como o apresentado na Figura 42, controla a temperatura num espaço variando a quantidade de ar insuflado em vez de controlar a temperatura do ar de insuflação (a temperatura de insuflação tende a ser mais ou menos constante)[20][18][37].

Multi-zona

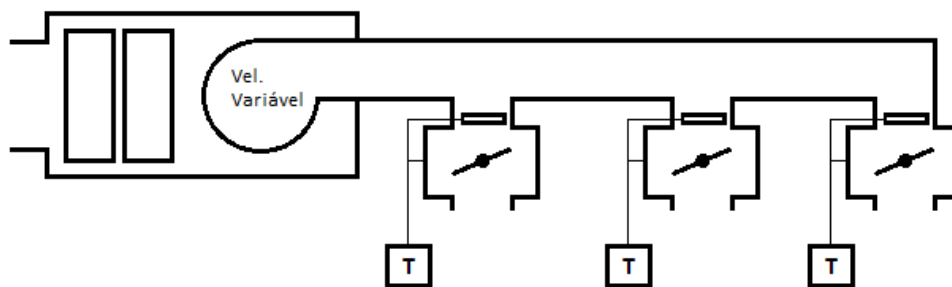


Figura 43. Esquema representativo de um sistema tudo-ar a caudal variável multi-zona

Como se pode ver na Figura 41, os sistemas multi-zona de caudal variável são os mais complexos, nestes a temperatura escolhida à saída da UTA é baseada na conjugação da potência do ventilador e potência do equipamento de produção de calor/frio, tentando-se assim minimizar os custos e permitir cumprir com as necessidades da zona crítica de arrefecimento. Neste tipo de sistemas é também comum a existência de baterias de aquecimento terminal acompanhadas de equipamentos de regulação de caudal (difusores reguláveis, por exemplo), o que permitem controlar a carga térmica em cada espaço.

Para além da complexidade do controlo automático destes sistemas de caudal variável, o controlo de humidade e pressão dos espaços são outros dois dos pontos fracos a ter em conta[20][18][37].

3.1.4.1.2. Duas condutas

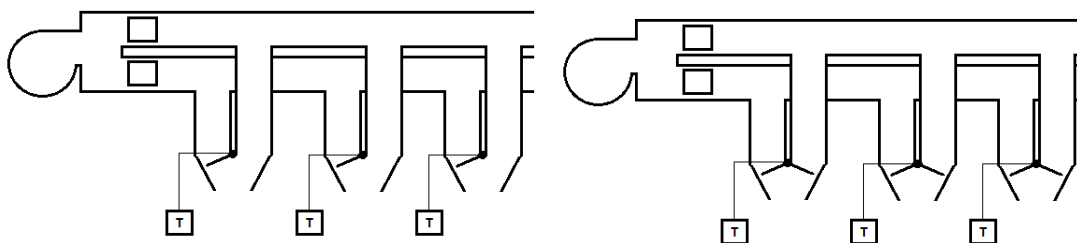


Figura 44. Esquema representativo de um sistema tudo-ar a duas condutas

As instalações a duas condutas, representadas na Figura 44, tratam o ar numa única unidade e distribuem a todos os espaços em duas condutas separadamente, uma transporta o ar frio, outra o ar quente. Em cada zona a tratar, válvulas de mistura terminais misturam ar frio com ar quente de forma a cumprir com as necessidades das zonas. Os sistemas a duas condutas podem ser a caudal constante ou caudal variável[20][18][37].

3.1.4.2. Sistemas tudo água

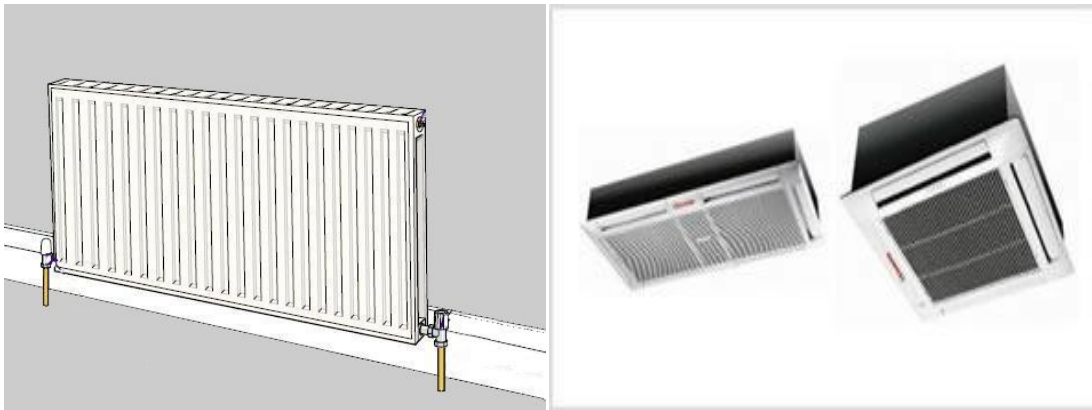


Figura 45. Esquema representativo de unidades do tipo radiador (esquerda) e ventiloconvector (direita)

Neste tipo de sistemas água quente e/ou água fria é produzida numa central térmica e distribuída por redes de tubagens segundo um dos esquemas explicitados anteriormente. Essa água circula então por ventiloconvectores, radiadores, etc. para ceder ou retirar energia ao espaço.

São denominados sistemas tudo-água, pois o tratamento da carga térmica é realizado apenas pela recirculação do ar interior nas baterias dos equipamentos; baterias estas alimentadas a água proveniente de uma central térmica.

A comunicação entre a central térmica e as zonas a tratar exige muito menos espaço do que as redes de condutas de um sistema a ar. É também de referir que as perdas térmicas dos circuitos de água são menores e é mais fácil garantir estanquicidade[20][18].

Contudo, os sistemas tudo-água tendem a ser mais dispendiosos que os sistemas a ar, pois necessitam de mais unidades para o mesmo conforto. O controlo da humidade é quase sempre reduzido e acima de tudo não é garantida a qualidade do ar, pois não existe insuflação de ar novo.

3.1.4.3. Sistemas tudo-frigorigénio

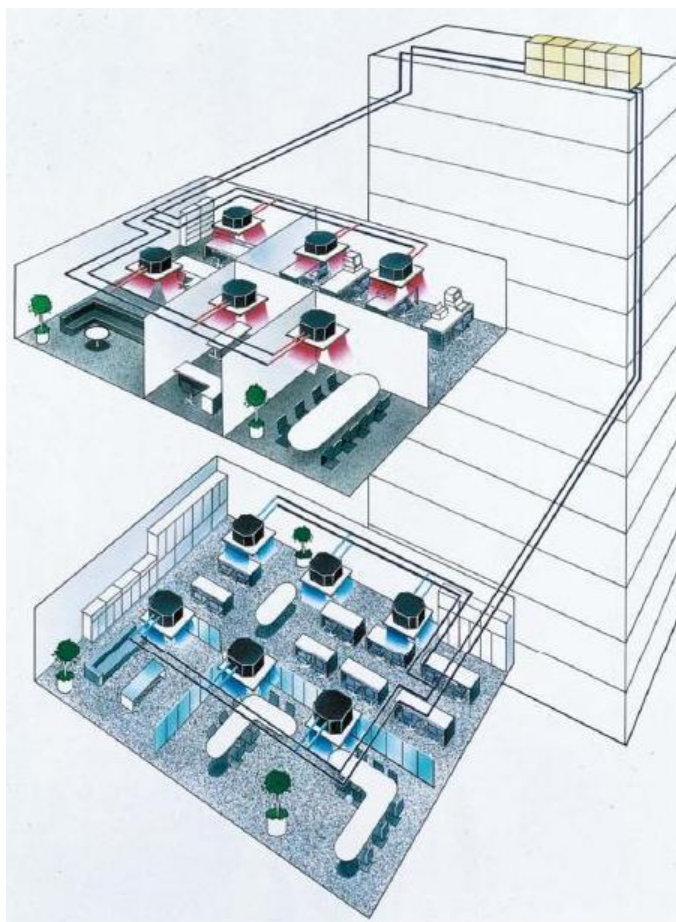


Figura 46. Esquema representativo de um sistema AVAC tudo-frigorigénio

Em termos gerais um sistema tudo-frigorigénio é equivalente a um sistema tudo água. Contudo, o composto que circula nas redes de distribuição de energia térmica é fluido frigorigénio e não água.

Nestes sistemas, as unidades interiores de *split/multi-split* funcionam como evaporadores ou como condensadores de uma bomba de expansão directa climatizando o ar. A evaporação ou condensação local do fluido frigorigénio permite que os caudais sejam reduzidos.

Este tipo de tecnologia possui ainda a vantagem de ter a produção próxima do consumo o que reduz os custos iniciais. Contudo, para aplicações de horários regulares os rendimentos tendem a ser um pouco prejudicados em relação a grandes centrais.

Tal como nos sistemas a água, o controlo da humidade é quase sempre reduzido e acima de tudo não é garantida a qualidade do ar, pois não existe insuflação de ar novo.

3.1.4.4. Sistemas ar-água

Este tipo de sistemas é uma combinação entre sistemas a ar e sistemas a água. Tipicamente, existem unidades a água (radiadores, ventiloconvectores, etc.) acompanhadas de ventilação forçada. A ventilação pode então ser realizada de diversas formas, delegando o controlo total ou parcial da carga térmica para o sistema a água.

Na situação mais básica, estes sistemas separam renovação de ar para um sistema a ar e fornecimento de calor/frio para o sistema a água. Assim, existe ar novo, com consequente

qualidade de ar interior, e controlo da carga com consequente conforto térmico. Sistemas igualmente simples, equivalentes ao explicitado anteriormente, adicionam um aquecimento, sem controlo relevante, (o uso de arrefecimento inicial sem controlo relevante não é comum) do ar exterior de forma a melhorar o conforto térmico.

Uma segunda hipótese consiste em aplicar unidades de tratamento de ar ou unidades de tratamento de ar novo (segundo uma das tipologias apresentadas nos sistemas tudo-ar) para insuflação de ar a temperaturas desejáveis para a remoção de grande parte das cargas térmicas; paralelamente deverão existir sistemas a água que permitam combater cargas locais ou então exigências mais acentuadas de conforto.

Os sistemas ar-água são uma opção de compromisso quando as exigências de conforto e qualidade do ar são elevadas.

3.1.4.5. Sistemas ar-frigorígeno

Os sistemas ar-frigorígeno apresentam exactamente as mesmas configurações possíveis que os sistemas ar-água. A grande diferença reside nos equipamentos locais de remoção de carga térmica, que desta feita são sistemas tudo frigorígeno ao invés de tudo-água.

4. Nova metodologia para gestão de energia

A percepção de que existe, de facto, um problema energético-ambiental de grandes dimensões, revela a pouca expressão da gestão de energia em termos globais e/ou a baixa eficiência desta.

A actual metodologia de gestão de energia recorre a indivíduos, nem sempre dedicados, que baseiam o seu trabalho nos seus conhecimentos e sentido crítico.

O que se pretende neste trabalho é então tentar arranjar uma metodologia que permita a realização objectiva, eficaz, eficiente de gestão de energia na área do AVAC.

Na tentativa de suprimir a questão relativa à escassez de gestores de energia e consequente pouca expressão destes no mercado, pretende-se formar indivíduos com conhecimento especializado em curto espaço de tempo. Por outro lado, pretende-se que o trabalho destes seja mais objectivo e eficiente pelo que se tentou criar material de apoio a auditoria e gestão de energia.

4.1. Metodologia para formação em curto espaço de tempo

Como foi referido anteriormente, para uma gestão de energia de máxima eficiência é necessária experiência elevada na área a analisar, neste caso o AVAC. Como será de prever, este nível de experiência e conhecimento não vem consolidado da formação académica, sendo por isso, tipicamente, necessários vários anos de trabalho para se adquirir competências de bom gestor de energia.

Contudo, o descontrolo actual com a energia, revela que o mercado necessita urgentemente deste tipo de gestores e apenas com uma formação rápida e objectiva será possível colmatar estas necessidades.

Assim, pretende-se aqui tentar estabelecer uma metodologia que permita formar num curto espaço de tempo indivíduos recém-formados, ou com vontade de aprender, em pessoas capazes de produzir trabalho eficiente em termos de auditoria e gestão de energia.

A metodologia que se tentou criar assenta no princípio de que deve haver formação teórica dedicada e experiência prática. De salientar também que quer a formação, quer as primeiras intervenções em campo, deverão ser acompanhadas por equipas mais experientes.

Resumidamente, como forma de tentar aproximar os formandos de indivíduos experientes em auditoria e gestão de energia, a formação deve:

- Identificar falhas na formação prévia e necessidades de formação;
- Fornecer formação prática e/ou teórica especial;

Ou seja, existe necessidade de perceber em que ponto se encontra o formando em termos teóricos e práticos e indicar-lhe as principais áreas que deve abordar no seu estudo. No caso presente incidindo sobre o AVAC e a gestão de energia.

Seguidamente, deverá haver uma fase de aprofundar de conceitos com visitas a campo sozinho ou acompanhado de uma equipa mais experiente. Caso se mostre necessário, deverá também existir formação especializada recorrendo a cursos de formação nos temas de maior importância.

4.2. Metodologia para Avaliação de Edifícios

Concluída a etapa de formação, persistirão com certeza ainda algumas questões relativamente a como proceder na realização de auditorias e gestão de energia.

Na tentativa de combater estas dúvidas, tentou-se criar uma ferramenta que tem como principal objectivo acompanhar o gestor no levantamento das características do edifício e na indicação de algumas soluções básicas de melhoria.

O resultado foi a concepção de um conjunto de fichas que servirão de suporte à realização de auditorias e gestão de energia (Anexo A).

4.2.1. Folhas de suporte a Auditoria e Gestão de Energia

A compilação de dados referentes aos sistemas globalmente instalados e às características técnicas dos equipamentos é uma ajuda na etapa de auditoria, no conhecimento das instalações e na análise continuada de melhorias para o edifício.

O material concebido encontra-se no anexo A e é composto por três partes essenciais:

- manual de ajuda ao preenchimento;
- fichas de levantamento de características;
- indicações de boas práticas.

Seguidamente são descritas as motivações e conteúdos desta ferramenta.

4.2.1.1. Fichas de levantamento de características

O estudo dos sistemas de AVAC levou à concepção de fichas de levantamento de características que pretendem ser objectivas e ao mesmo tempo muito completas permitindo que os sistemas fiquem definidos com bastante pormenor podendo mais facilmente ser discutidos e analisados no âmbito da gestão de energia, mais à frente, no fim deste capítulo, serão apresentados alguns exemplos destas.

Os principais campos de análise abordados neste material são:

- caracterização geral do sistema instalado[38];
- caracterização detalhada dos equipamentos;
- caracterização do controlo dos equipamentos;

- identificação dos critérios de funcionamento/sequenciação dos equipamentos;
- identificação de monitorização geral ou parcial;
- definição dos esquemas mais relevantes.

De referir, que a recolha do máximo de informação possível (marca/modelo, chapa de características, localização, etc.) através de registo fotográfico é uma mais-valia importante e que permite que alguns campos possam ser preenchidos em trabalho de escritório através de consulta a catálogos e manuais de fabricantes.

As necessidades de certificação energéticas actuais não foram esquecidas, pelo que o preenchimento deste material ajuda a recolher, na auditoria, grande parte da informação necessária para a emissão de certificados.

Certificação energética

O interesse e necessidade de certificação energética surge no seguimento da Directiva nº 2002/91/CE do Parlamento Europeu de 16 de Dezembro, na qual é imposto aos Estados membros a adopção e actualização periódica dos regulamentos relativos ao desempenho energético dos edifícios[39].

O pacote legislativo constituído pelo DL 78/2006 (Sistema de Certificação Energética e Qualidade do Ar Interior de Edifícios - SCE), DL 79/2006 (Regulamento dos Sistemas Energéticos e de Climatização dos Edifícios - RSECE) e DL 80/2006 (Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios - RCCTE) apresenta as ferramentas disponíveis para a regulação dos edifícios no que respeita aos consumos energéticos e à qualidade do ar interior.

Resumidamente, estão abrangidos pelo Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) os seguintes edifícios:

- Os novos edifícios, bem como os existentes sujeitos a grandes intervenções de reabilitação, ou seja uma intervenção na envolvente ou nas instalações, energéticas ou outras, do edifício, cujo custo seja superior a 25 % do valor do edifício, nas condições definidas no RCCTE, independentemente de estarem ou não sujeitos a licenciamento ou a autorização, e da entidade competente para o licenciamento ou autorização, se for o caso;
- Os edifícios de serviços existentes, sujeitos periodicamente a auditorias, conforme especificado no RSECE;
- Os edifícios existentes, para habitação e para serviços, aquando da celebração de contratos de venda e de locação, incluindo o arrendamento, casos em que o proprietário deve apresentar ao potencial comprador, locatário ou arrendatário o certificado emitido no âmbito do SCE.

Excluem-se do âmbito de aplicação do SCE as infra-estruturas militares e os imóveis afectos ao sistema de informações ou a forças de segurança que se encontrem sujeitos a regras de controlo e confidencialidade.

Em relação aos regulamentos técnicos (RCCTE e RSECE), o âmbito de aplicação pode ser sintetizado na Tabela 47[40].



Figura 47. Esquema representativo da aplicação dos regulamentos térmicos dos edifícios [41]

4.2.1.2. Indicações de boas práticas

Para a proposta de melhorias e realização de gestão continuada da energia, o levantamento de características não é suficiente para um trabalho eficiente. Deste modo, o conhecimento de boas práticas para os diferentes equipamentos é também de grande importância no combate ao consumo desnecessário de energia, pelo que algumas das medidas mais relevantes estão compiladas nestas folhas de campo[20].

4.3.Procedimentos de Gestão de Energia

Formado um gestor de energia e na posse de suporte para o seu trabalho, a gestão deverá decorrer normalmente:

- realização de uma auditoria energética;
- consciencialização permanente dos utilizadores;
- monitorização permanente dos consumidores de energia;
- estudo contínuo de novas tecnologias de melhoria de eficiência;
- realização de relatórios de propostas de melhoria frequentemente;
- implementação de medidas sempre que necessário.

4.4.Diferenças esperadas entre actual e nova metodologia

A nova metodologia, baseada numa formação em curto espaço de tempo apoiada por material objectivo, pretende integrar no mercado gestores de energia motivados, objectivos e caracterizados por uma formação especializada.

A situação mundial presente não permite que se fique à espera de gestores de energia formados com base na experiência; é necessário formar mais e mais rapidamente indivíduos capazes de realizar este tipo de serviços.

Assim, podemos caracterizar a metodologia actual como sendo:

- baseada na experiência – gestores sem formação dedicada;
- baseada em avaliações descuidadas – análise apenas ao que parece essencial.

Por outro lado, a nova metodologia tenta ser:

- baseada em conhecimentos teóricos especializados – estudos e formações específicas;
- baseada em avaliações detalhadas - algum desconhecimento levam à necessidade de caracterização pormenorizada;
- interessante, motivante e desafiante – os resultados conseguidos pelo trabalho realizado serão uma prova do valor do gestor.

Em suma, pretende-se que seja mais simples introduzir gestores de energia nas organizações, numa tentativa de aumentar a competitividade e eficiência destas bem como combater as actuais problemáticas ambientais.

4.5. Visita a três unidades comerciais do tipo Modelo

Ainda no decorrer deste trabalho, a necessidade de perceber o funcionamento de uma auditoria energética, uma das principais etapas da gestão de energia, levou-me a deslocar até três edifícios comerciais no centro do país, Figura 48, para acompanhamento das mesmas.



Figura 48. Cobertura de um edifício comercial

Esta deslocação mostrou-se de especial relevância para se perceber algumas das metodologias aplicadas no campo.

As auditorias realizadas funcionaram também como meio de teste e optimização das fichas de campo, nomeadamente para unidades do tipo *split* e *rooftop*, as únicas existentes naquele tipo de edifícios.

Seguidamente seguem exemplos de fichas de campo preenchidas no decorrer destas auditorias.

Modelo 2010

Levantamento de características

José Adriano Ferreira

	<div>Tipo de sistema</div> <div>Não dispõe</div> <div>Sistema Centralizado</div> <div>Unidades Individuais</div> <div>Sistema centralizado + Unidades individuais</div> <div>Descrição detalhada da solução adoptada por zonas</div> <div>A loja modelo é climatizada por 3 unidades do tipo rooftop</div> <div>A loja modalfa por 1 unidade do tipo rooftop;</div> <div>A loja worten por 1 unidade do tipo rooftop;</div> <div>A galeria por 1 unidade do tipo rooftop</div> <div>Existem 18 splits instalados:</div> <div>1 para a cabine do segurança,</div> <div>12 para a zona dos escritórios,</div> <div>4 para a loja Área Saúde e</div> <div>1 para a loja Bom Bocado</div> <div>Existem inúmeras unidades de extracção de ar, principalmente: armazém, charcutaria, peixaria, padaria, etc.</div>	<div></div> <div></div> <div>X</div> <div></div>
	<div>Aquecimento</div> <div>Tipo de produtor</div> <div>Caldeira a combustível líquido</div> <div>Caldeira a combustível sólido</div> <div>Caldeira convencional (padrão)</div> <div>Caldeira de baixa temperatura</div> <div>Caldeira de condensação</div> <div>Bomba de calor de aquecimento Ar/Água</div> <div>Bomba de calor de aquecimento Água/Ar</div> <div>Bomba de calor de aquecimento Solo/Água</div> <div>Bomba de calor de aquecimento Ar/Ar</div> <div>Split</div> <div>Multi-Split</div> <div>VRV 2 tubos</div> <div>VRV 3 tubos</div> <div>Outro</div> <div>Energia/Combustível</div> <div>Electricidade</div> <div>GPL</div> <div>Gás natural</div> <div>Outro combustível gasoso</div> <div>Gasóleo</div> <div>Outro combustível líquido</div> <div>Biomassa</div> <div>Outro combustível gasoso</div>	<div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div>X</div> <div>X</div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div>X</div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div> <div></div>

	Critérios de sequenciação
	Descrição detalhada dos critérios de sequenciação na produção de calor
	<div>As rooftops trabalham independentemente de qualquer outra, não havendo critérios de sequenciação definidos além do bom senso da manutenção e donos de lojas. Os <i>splits</i> trabalham independentemente de qualquer outro, não havendo critérios de sequenciação definidos além do bom senso dos utilizadores finais.</div>

	Arrefecimento	
	Tipo de produtor	
	Bomba de calor "expansão indirecta" (arrefecimento)	
	Máquina frigorífica " <i>chiller</i> " (ciclo de compressão) Água/Água	
	Máquina frigorífica " <i>chiller</i> " (ciclo de compressão) Ar/Água	
	Máquina frigorífica " <i>chiller</i> " (ciclo de absorção)	
	VRV 2 tubos	
	VRV 3 tubos	
	Outro	
	Expansão directa condensação a ar	x
	Expansão directa condensação a água	
	<i>Split</i>	x
	Multi- <i>split</i>	
	Energia/Combustível	
	Electricidade	x
	GPL	
	Gás natural	
	Outro combustível gasoso	
	Gasóleo	
	Outro combustível líquido	
	Biomassa	
	Outro combustível gasoso	
	Critérios de sequenciação	
	Descrição detalhada dos critérios de sequenciação na produção de calor	
	As rooftops trabalham independentemente de qualquer outra, não havendo critérios de sequenciação definidos além do bom senso da manutenção e donos de lojas.	
	Os <i>splits</i> trabalham independentemente de qualquer outro, não havendo critérios de sequenciação definidos alem do bom senso dos utilizadores finais.	

RoofTop (completar com preenchimento da produção)	
Caracterização geral	
–Marca/modelo	Lennox BHK 045 NS
–Localização	Cobertura
–Sombreamento	Não
–Quantidade	1
–Zonas servidas	WORTEN
–Ano de entrada em funcionamento	Desconhecido
–Extracção de ar	Não
–Recirculação de ar	Sim
–Amplitude de variação	0-100%, automática
–Recuperador de calor	Não
–tipo de recuperador	-
–eficiencia	-
–by-pass	-
–Filtros	PG-G4
–Controlo de Humidade	Não
–Aquecimento terminal	Não
–potência	-
–nº de ventiladores (para cada ventilador/motor preencher folha característica)	1
–Tipo de condutas	Conduta simples, circular
Controlo -RoofTop	
–Horário (manual, auto, local ou GTC)	Controlo automático Local (9-23h)
–Ajuste à carga	
–tipo	Caudal constante
–free-cooling	Sim
–Set point	21°C
–controlo do set-point	Manual local
–Controlo por CO2	Não
–Controlo por QAI	Não
–compostos controlados	-
Produção de frio e/ou calor (ver fichas de produção)	
–Esquema	
Controlo - todos os equipamentos	
Medições energéticas (Electricidade, caudais, Teperatura/entálpia, etc)	
Inexistente	

Expansão directa condensação a ar	
Caracterização geral	
–Marca/modelo	Original Lennox BHK 045 NS
–Localização	Módulo interior da rooftop
–Sombreamento	Sim
–Quantidade	1
–Ano de entrada em funcionamento	Desconhecido
–Potência térmica máxima de aquecimento	48kW (<i>Eurovent</i>)
–Potência térmica máxima de arrefecimento	43,2kW (<i>Eurovent</i>)
–Potência eléctrica máxima	16 kW (<i>Eurovent</i>)
–EER (classe de eficiência)	2,7 (<i>Eurovent</i> classe C)
–COP (classe de eficiência)	3,0 (<i>Eurovent</i> classe D)
–Fluido frigorigénio	R407C
–Tipo de compressor	Scroll
Recuperação no lado não útil	
inexistente	
Controlo - Bomba de calor	
–Horário	Acoplado à rooftop
–Ajuste à carga	
–variável de controlo	
–identificação	Temperatura do espaço a climatizar (21°C)
–tipo	Set-point manual
–modulação	Sem VFD
Permuta no condensador	
–nº total de ventiladores	2
–Tipo de ventilador	Axiais
–Potência eléctrica máxima por ventilador	1,48kW
–Controlo de velocidade dos ventiladores	Velocidade fixa
–Circulação de ar	Sem obstrução
–Apoio de sistema a água	Não
Monitorização - todos os equipamentos	
Medições energéticas (Electricidade, caudais, Teperatura/entálpia, etc)	
Inexistente	

Ventilador	Ventilador único
Caracterização geral	
–Marca/modelo	Original Lennox BHK 045 NS
–Tipo	Centrífugo
–Ano de entrada em funcionamento	Desconhecido
–Utilização	Insuflação
–Caudal ventilado	8100m ³ /h
–Velocidade de rotação	672 rpm
Motor	
Caracterização geral	
–Marca/modelo	Original Lennox BHK 045 NS
–Ano de entrada em funcionamento	Desconhecido
–Potência máxima útil	1,5kW
–Rendimento (classe de eficiência)	80% (Eff2 ou IE1)
–Velocidade de rotação	1430 rpm
Controlo	
–Horário	Acoplado a Rooftop
–Ajuste à carga	
–modulação	Velocidade fixa
Monitorização	
Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.)	
inexistente	

Split/multi-Split	
Caracterização geral	
–Marca/modelo	Daikin RXS50G2V1B
–Tipo	<i>Split</i>
–Sombreamento	Sim, a sul
–Quantidade	3
–Zonas servidas	“Área Saúde”
–Número de unidades interiores associadas	3 (uma por cada exterior)
–Ano de entrada em funcionamento	Desconhecido
–Potência de aquecimento máxima	5,8kW
–Potência de arrefecimento máxima	5,0kW
–Potência eléctrica máxima	1,55kW
–COP (classe de eficiência)	3,69 (<i>Eurovent</i> classe A)
–EER (classe de eficiência)	3,29 (<i>Eurovent</i> classe A)
–Fluido frigorigénio	R-410A
Controlo - Split/multi-Split	
–Horário	Manual local
–Ajuste à carga	
–Sub-tipo	<i>Split</i> -tradicional
–Set-point	1 termóstato por unidade interior
Controlo - todos os equipamentos	
Medições energéticas (Electricidade, caudais, Teperatura/entálpia, etc)	
Inexistente	

NOTA: Muitas das informações presentes neste levantamento de características resultaram de conversa directa com o responsável pela manutenção do edifício em causa.

NOTA: Embora existissem mais unidades a avaliar, só existiam duas tipologias diferentes pelo que apenas um exemplo de cada foi tratado.

Bibliografia

- [1] <http://www.Eurovent-certification.com/>
- [2] Manual técnico Lennox BALTIC
- [3] DAIKIN, General Catalogue 2009

5. Caso de estudo

Os conhecimentos adquiridos na realização deste trabalho foram, por último, aplicados ao estudo de propostas de melhoria para uma unidade hoteleira situada na zona algarvia.

Na área do complexo hoteleiro existia também um “*health club*” com gerência diferente da do hotel e que pagava ao hotel directamente os seus consumos energéticos. Este “*heath club*” não será, por isso, alvo de análise.

5.1.Situação actual

A unidade hoteleira, com aproximadamente 11700 m² de área útil, divide-se então em seis grandes zonas:

- Quartos;
- Recepção, restauração e s.conferências;
- Apartamentos privados;
- Exterior;
- Parques;
- Circulações.

A climatização dos espaços é realizada por equipamentos individuais, maioritariamente bombas de calor de expansão directa reversíveis do tipo *split*. O estudo de sistemas com recuperação leva também a uma análise ao sistema de AQS existente.

A Tabela 14 apresenta os equipamentos de climatização e AQS existentes na unidade hoteleira.

Tabela 14. Definição dos equipamentos relevantes dos sistemas de AVAC e AQS

		EER médio (Eurovent)	Cap. Arr média [kW]	COP médio (Eurovent)	Cap Aq. média [kW]
Quartos	168 <i>Splits</i>	2,44 (Classe E)	5,7	2,62 (Classe E)	6,5
Recepção, restauração e s.conferências	3 <i>Splits</i>	-	24,3	-	27,2
Apartamento privado	1 Bomba de calor ar/água reversível	2,39 (Classe E)	60,3	2,81 (Classe C)	70,8
Exterior	-	-	-	-	-
Parques	-	-	-	-	-
Circulações	-	-	-	-	-
Total			1035		1115

AQS	3 caldeiras	rendimento 80%	total 432 kW
-----	-------------	----------------	--------------

Os dados de ocupação mensal referente ao ano de 2009 foram fornecidos pela gerência do hotel e estão compilados na Figura 49.

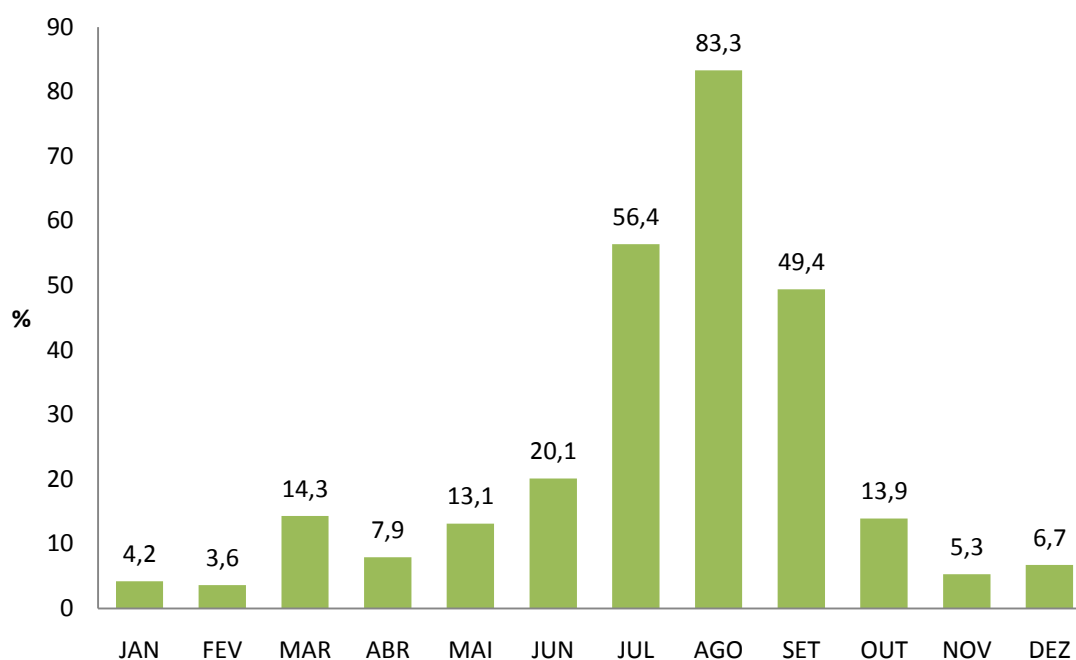


Figura 49. Dados referentes à ocupação por quarto no ano de 2009

Quanto ao abastecimento energético, durante o ano de 2009 o preço médio pago pela electricidade foi de 88,7€/MWh enquanto o preço pago pelo propano rondou os 69,2€/MWh.

A divisão dos consumos e custos com energia neste mesmo ano de 2009 vem compilada nos gráficos 50 e 51:

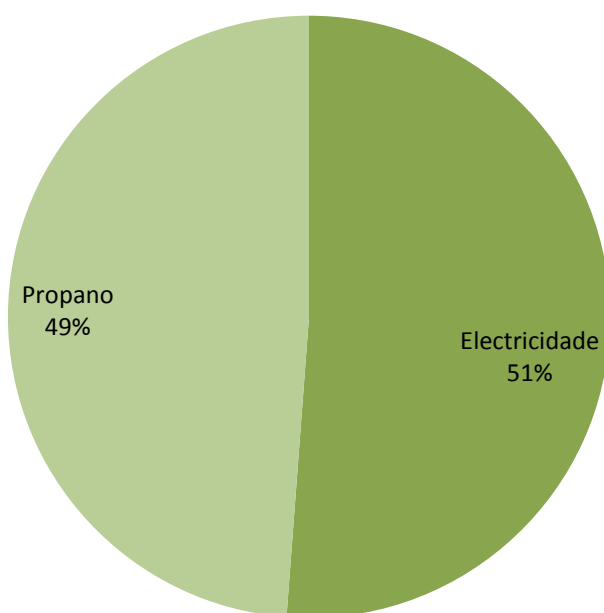


Figura 50. Divisão dos consumos por fonte de energia final, no caso em estudo, no ano de 2009 (total anual 1487 MWh)

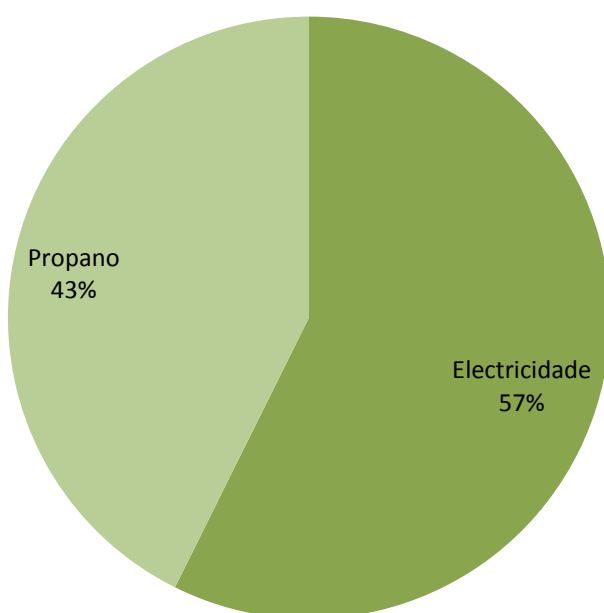


Figura 51. Divisão dos custos por fonte de energia final, no caso de estudo, no ano de 2009 (total anual 118 mil euros)

Desde cedo se percebe que o preço pago pelo combustível fóssil é algo elevado, não existindo grande diferença entre as divisões de consumo e de custos.

Em termos de área útil, os consumos e custos específicos são os apresentados na Tabela 15:

Tabela 15. Consumos e custos anuais de energia por metro quadrado de área útil, no caso de estudo

	kWh/ano por m2 de área útil	€/ano por m2 área útil
Actual	127,1	10,1

Com base nas facturações energéticas do complexo e nas monitorizações realizadas à data da auditoria foi realizada uma simulação energética para se perceber onde se realizavam efectivamente os consumos. A simulação energética foi realizada a taxa de ocupação constante por outro colaborador da empresa, e validada por uma diferença inferior a 10% face à facturação real, Tabela 16 e Figura 52. É sobre os valores decorrentes desta simulação que incidirá a análise que se segue.

5.2.Simulação energética

Tabela 16. Consumos actuais obtidos em simulação energética

	Utilização	Electricidade [MWh/ano]	Propano [MWh/ano]
Hotel	Iluminação	150	0
	Iluminação exterior	5	0
	Equipamentos vários	230	0
	Bombagens várias	121	0
	Ventilações várias	49	0
	Cozinha e Lavandaria	72	0
	Arrefecimento	88	0
	Aquecimento	14	0
	Elevadores	33	0
	AQS quartos	0	254
	Perdas na recirculação AQS	0	400
	Cozinha e Lavandaria	0	72
	Total - Simulação	761	726

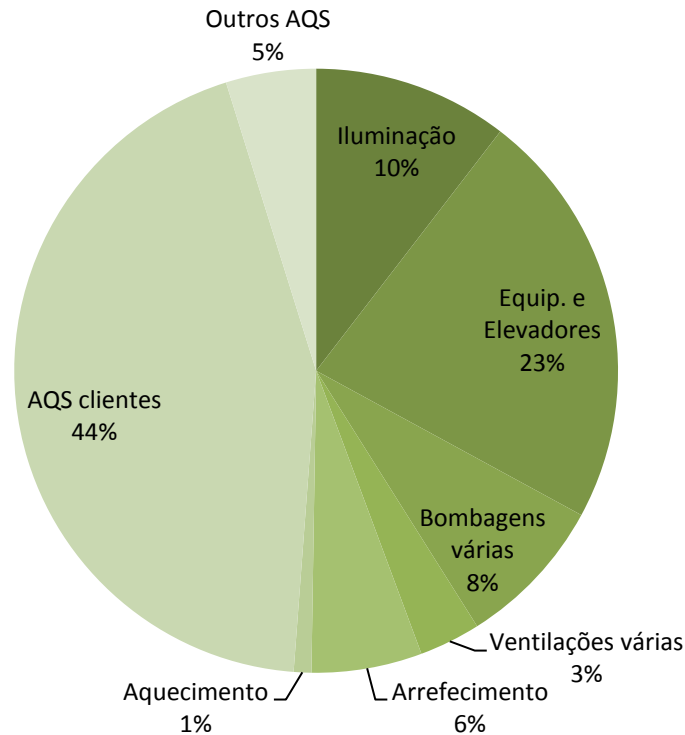


Figura 52. Divisão dos consumos anuais de energia final, no caso de estudo, em 2009 (total anual 1487MWh)

Os resultados da simulação revelam um excessivo consumo para águas quentes, bem como reduzidos consumos para o AVAC (considerou-se que os consumos de propano para preparação de refeições são insignificantes quando comparados com os consumos de água quente referentes à cozinha e lavandaria).

A situação existente no sistema de águas quentes é preocupante, principalmente quando se pensa em perdas correspondentes a 400MWh/ano.

Relativamente ao AVAC, a taxa de ocupação reduzida conjugada com sistemas do tipo *split* e a localização algarvia são três factores que ajudam a entender os baixos consumos. Embora penalizando as circulações e negligenciando o ar novo em geral, o sistema tudo-frigorígeno remete para poupanças em termos de bombagem, ventilação e perdas a isso associadas.

5.3.Comparação com valores referência

A comparação com referências é outro dos trabalhos da gestão de energia, pelo que a análise que se segue apresenta a comparação entre o caso de estudo e uma média de análise a 58 hotéis portugueses[14]. Em termos de consumos por m² de área útil, a referência indica 207 kWh/anuais para a zona climática algarvia. Contudo, este valor pode estar algo desenquadrado devido a diferentes níveis de ocupação.

De seguida, nas Figuras 53, 54 e 55, seguem outros valores base de comparação quer em termos percentuais, quer em termos de consumos específicos.

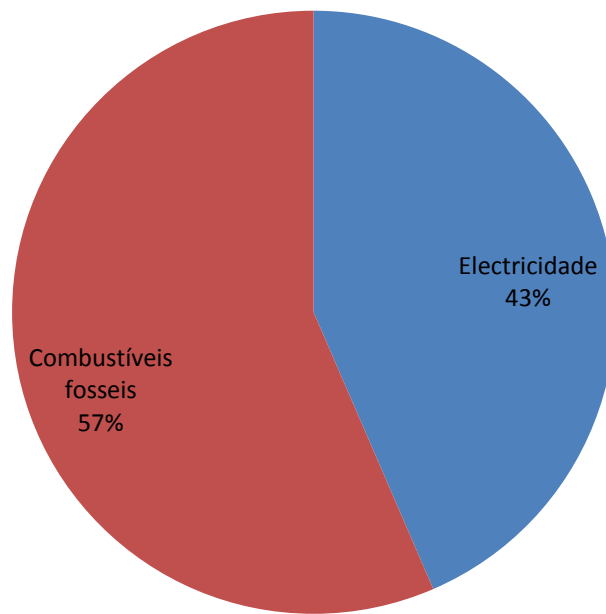


Figura 53. Divisão referência dos consumos, por fonte de energia, em hotéis de 4 estrelas [14]

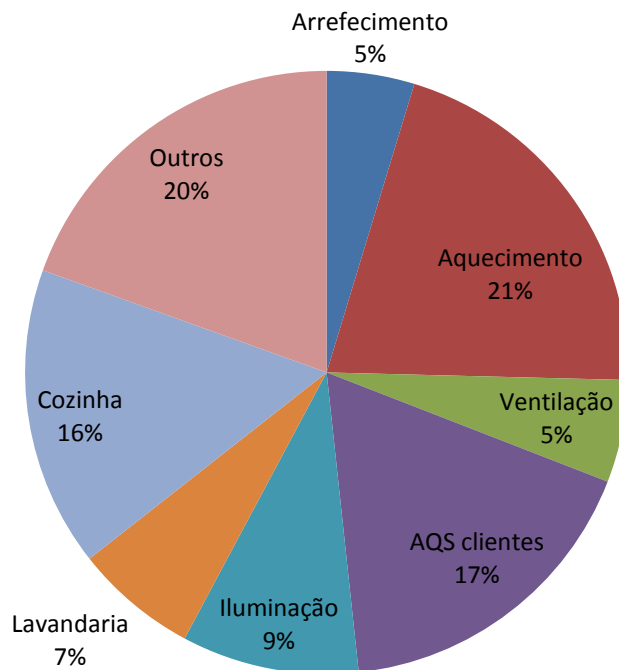


Figura 54. Divisão referência dos consumos, por utilização final, em hotéis de 4 estrelas [14]

Analisando lado a lado os consumos mais relevantes por área útil:

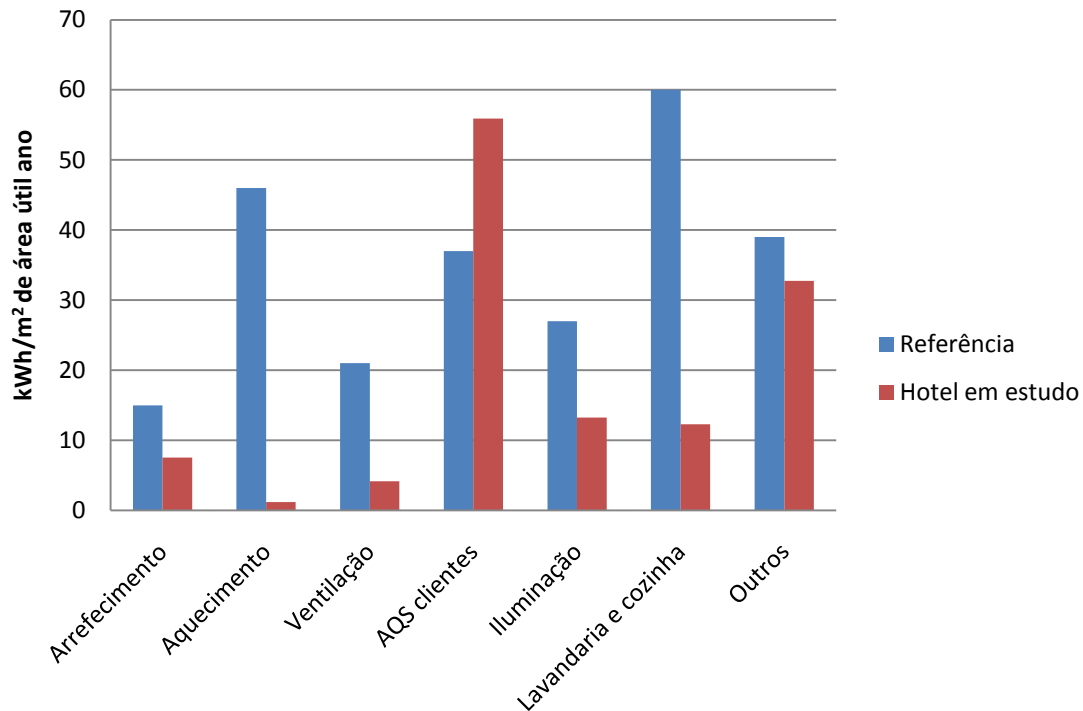


Figura 55. Comparação, de diferentes consumos específicos na factura energética final, entre hotel em estudo e referência

A observação das Figuras anteriores e a noção de que as taxas de ocupação desta unidade são bastante reduzidas, indicam que o hotel apresenta consumos muito elevados de AQS clientes bem como consumos algo elevados de “outros” equipamentos. Relativamente aos itens ventilação e aquecimento, observam-se consumos bastante reduzidos, mais uma vez, facilmente explicáveis pela inexistência de ventilação de ar novo, pela reduzida e sazonal ocupação e pela temperatura média característica elevada do local.

5.4.Hipóteses estudadas

Aceites e analisados os valores presentes, procedeu-se ao estudo de hipóteses de melhoria procurando redução dos custos com a energia desta unidade hoteleira.

A análise à simulação definiu perfis de consumo em termos de arrefecimento, Figura 56, aquecimento, Figura 57, e AQS, Figura 58, para o edifício.

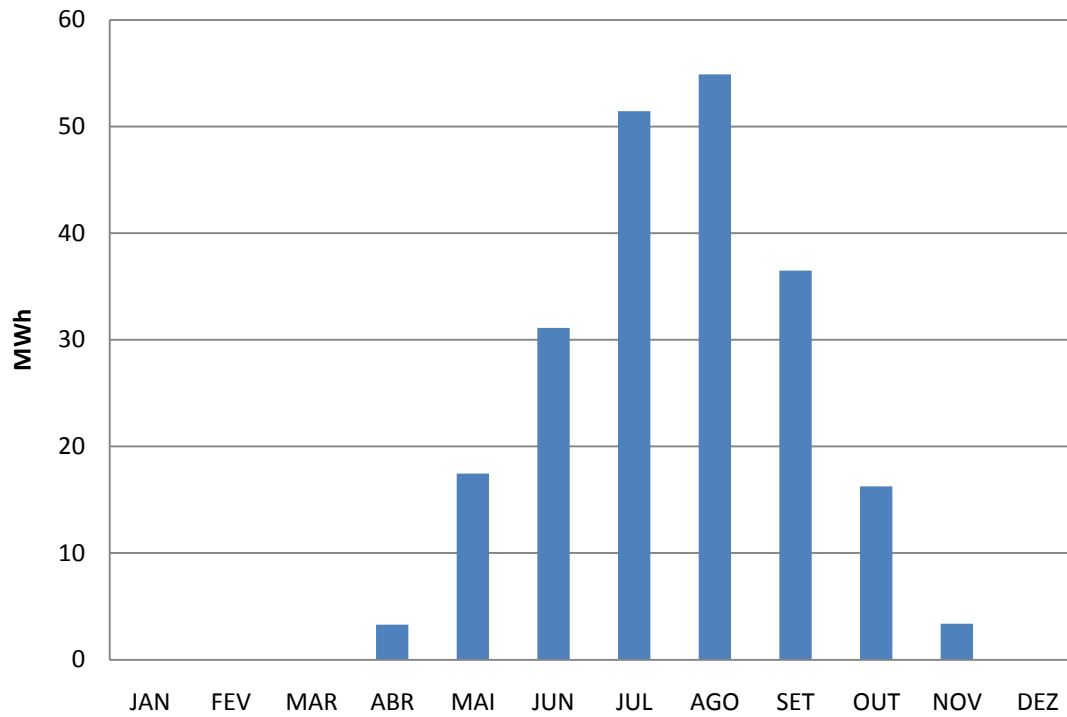


Figura 56. Cargas de arrefecimento resultantes da simulação do edifício

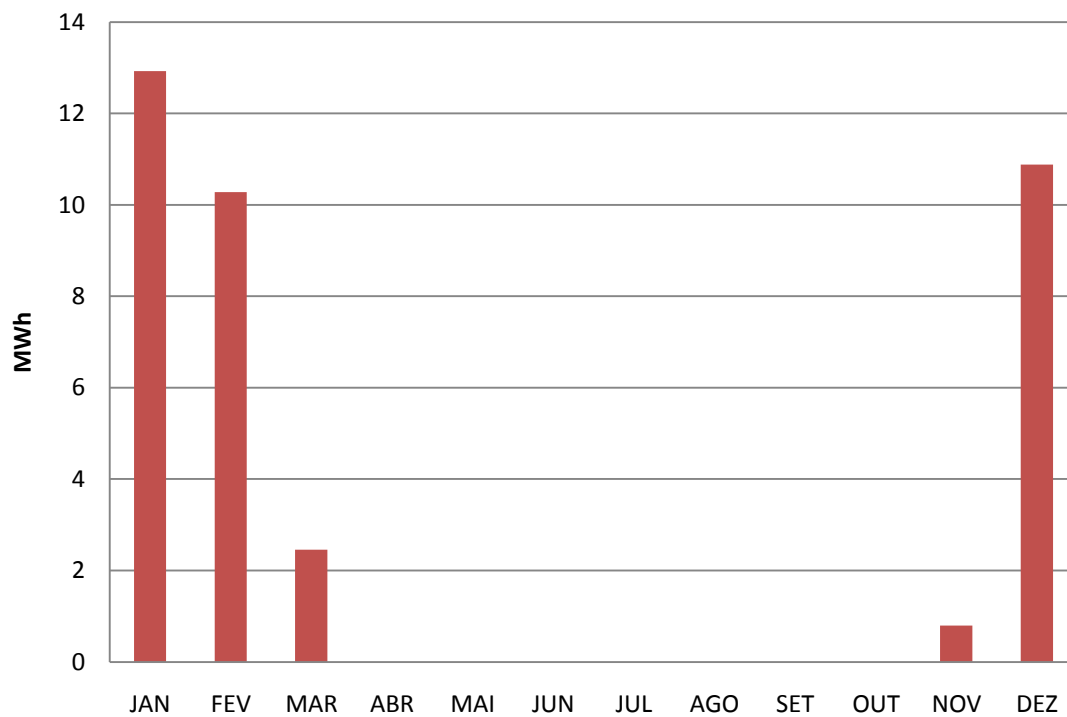


Figura 57. Cargas de aquecimento resultantes da simulação do edifício

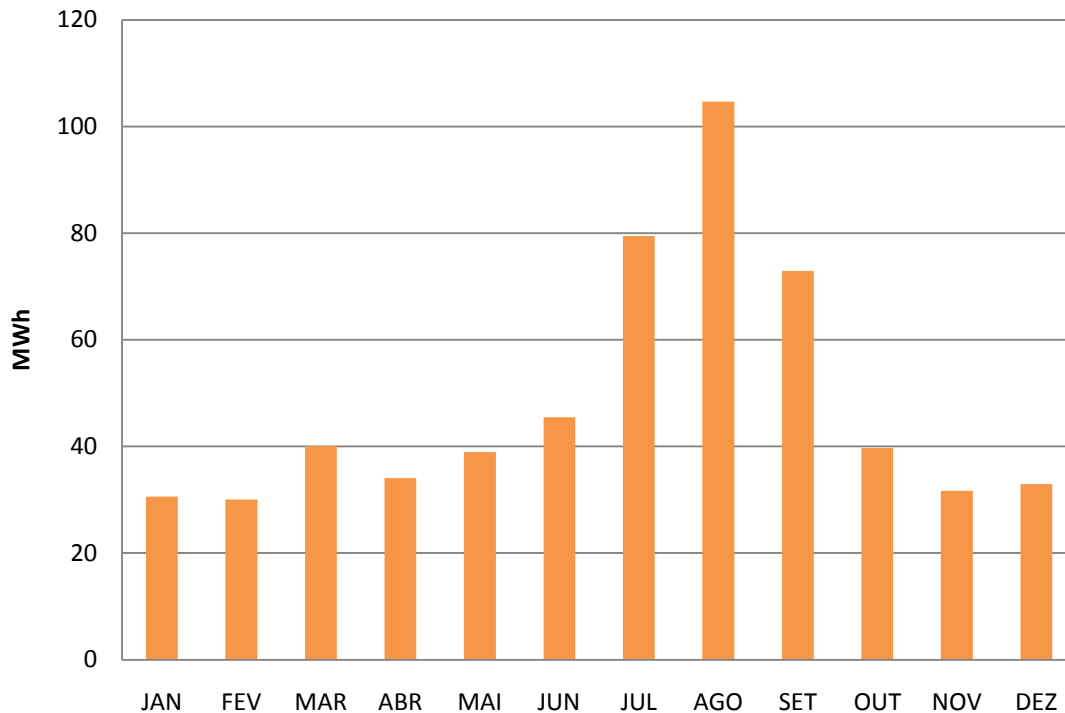


Figura 58. Necessidades de AQS resultantes da simulação do edifício

A situação actual em termos de climatização e águas quentes representa cerca de 59000€ anuais, 9000€ em electricidade para as unidades de *split* e 50000€ em propano para aquecimento de água, Tabela 17. As ventilações são desprezadas, pois correspondem a quartos de banho, cozinha, etc., ou seja equipamentos de baixo consumo e que não serão alterados.

Tabela 17. Análise económica dos sistemas de AVAC e AQS instalados

	<i>Splits</i> + Caldeiras para AQS
Total anual eléctrico (MWh)	102,1
Custo médio da electricidade (€/MWh)	88,7
Total anual propano (MWh)	725,8
Custo médio do propano (€/MWh)	69,2
Total anual (€)	59276,3

Para verificação de cálculos ver Anexo C

5.4.1. Hipótese I – Substituição das caldeiras por Bombas de Calor classe A *Eurovent*

A primeira hipótese a analisar e também a mais simples, compreende a alteração das caldeiras existentes por sistemas do tipo bomba de calor ar/água de alta temperatura.

A simulação energética não determina máximos de potência a instalar em termos de água quente pelo que se escolheram unidades que perfaçam uma potência térmica igual à potência actual.

Assim, os equipamentos escolhidos foram duas unidades “Blue Box Omicron V EVO HT 4T 23.1”, equipamentos classe A *Eurovent* com COP nominal 3,41 e potência térmica de

aquecimento 245kW. No caso presente, pretende-se aquecer água até 65 graus, pelo que o COP e a potência são penalizados, rondando neste caso o valor 2 e 233kW[18], respectivamente.

A consulta de preços e especificações do equipamento derivou de e-mails, conversas telefónicas e de um encontro pessoal com um representante da marca, culminando com uma proposta formal que segue em anexo B. Os valores para este equipamento rondam os 48 000€ por unidade, sendo que serão necessárias duas unidades para cumprir a potência desejada. De referir que as caldeiras deverão ficar como suporte caso a temperatura nos terminais de água quente não seja suficientemente elevada ou caso a temperatura exterior desça para valor inferiores aos mínimos de funcionamento exigidos pelo novo equipamento. Este segundo ponto foi analisado neste estudo; a base meteorológica mais próxima, Sagres, apresenta como temperatura exterior de projecto de Inverno, com probabilidade de ocorrência de apenas 2,5%, o valor de 7,6°C[42]. Desta feita, superior aos 7°C requeridos pelo equipamento para funcionamento em alta temperatura.

Com a análise dos consumos existentes, aplicando este tipo de unidades obteve-se:

Tabela 18. Análise económica de melhoria – hipótese I

	<i>Splits + BC para AQS</i>
Total anual eléctrico (MWh)	392,4
Custo médio da electricidade (€/Mwh)	88,7
Total anual propano (MWh)	0,0
Custo médio do propano (€/MWh)	69,2
Total anual (€)	34803,8
Poupança face ao actual (€/ano)	24472,6
Investimento Inicial (material) (€)	96000,0
Tempo de retorno mínimo (anos)	3,9

Para verificação de cálculos ver Anexo C

Desde cedo, pela observação da Tabela 18, se percebe que a utilização de unidades do tipo bomba de calor é uma boa solução para este edifício. O preço elevado do propano, a eficiência não muito elevada da caldeira e os consumos elevados de energia para aquecimento de água revelam uma má gestão de energia. Poupanças anuais estimadas na casa dos 24 mil euros são um bom incentivo ao estudo aprofundado desta medida.

O COP mínimo aceitável para que estes equipamentos do tipo bomba de calor devam ser considerados pode ser calculado pelas seguintes equações:

$$Q_{aquec} = \eta * Q_{propano}$$

$$\frac{Q_{aquec}}{W_e} = COP$$

$$Q_{propano} * Custo_{propano} = Custo_{total}$$

$$W_e * Custo_{eléctrico} = Custo_{total}$$

$$\frac{Q_{aquec}}{\eta} * Custo_{propano} = \frac{Q_{aquec}}{COP} * Custo_{eléctrico}$$

A análise das equações em cima apresentadas revela que, aos preços actuais, um rácio $COP/\eta > 1,28$ torna benéfica a aplicação de uma bomba de calor em detrimento da caldeira.

5.4.2. Hipótese II – Substituição dos *splits* por *splits* classe A Eurovent

As unidades presentes no edifício são unidades de classe E Eurovent, o que revela desde logo uma possibilidade de melhoria.

As unidades escolhidas para esta substituição foram equipamentos classe A Eurovent DAIKIN RXR50R50E-FTXR50E[43] de 5,0 kW de potência de arrefecimento e 6,0 kW de aquecimento, com EER e COP de 3,42 e 3,97, respectivamente. De referir que para unidades de menores potências esta gama DAIKIN atinge, hoje em dia, COP e EER's superiores a 5.

Os valores conhecidos são inconclusivos sobre se será ou não possível diminuir as potências instaladas mantendo os níveis de conforto térmico. Contudo, a decisão de diminuição da potência unitária em cerca de 10% não deverá comprometer o conforto.

A consulta de preços resultou de contacto via telefone e via e-mail e culminou com uma indicação de preços de catálogo que se encontra em anexo B. O preço unitário destes equipamentos é de cerca de 2500€ e serão necessários 168 para os quartos e 14 para as restantes zonas.

Com os perfis de consumo existentes e os preços consultados obteve-se:

Tabela 19. Análise económica de melhoria – hipótese II

	Novos <i>Splits</i> + Caldeiras para AQS
Total anual eléctrico (MWh)	72,1
Custo médio da electricidade (€/MWh)	88,7
Total anual propano (MWh)	725,8
Custo médio do propano (€/MWh)	69,2
Total anual (€)	56614,3
Poupança face ao actual (€/ano)	2662,0
Investimento Inicial (material) (€)	455000,0
Tempo de retorno mínimo (anos)	170,9

Para verificação de cálculos ver Anexo C

Os baixos consumos em aquecimento e arrefecimento demonstram que apenas se conseguiria uma poupança anual de cerca de 2600€ pelo que para pagar o investimento em novo equipamento seriam necessários mais de 170 anos, Tabela 19.

5.4.3. Hipótese III – Substituição dos *splits* por *splits* classe A Eurovent e Caldeiras por Bombas de calor classe A Eurovent

Utilizando as mesmas unidades escolhidas para as propostas em cima explicitadas, foi efectuada uma análise de substituição do sistema de AVAC e AQS.

A análise combinada revelou os seguintes resultados:

Tabela 20. Análise económica de melhoria – hipótese III

	Novos <i>Splits</i> + BC para AQS
Total anual eléctrico (MWh)	362,3
Custo médio da electricidade (€/Mwh)	88,7
Total anual propano (MWh)	0,0
Custo médio do propano (€/MWh)	69,2
Total anual (€)	32135,5
Poupança face ao actual (€/ano)	27140,8
Investimento Inicial (material) (€)	551000,0
Tempo de retorno mínimo (anos)	20,3

Para verificação de cálculos ver Anexo C

A substituição combinada e directa destes dois sistemas estima poupanças anuais na casa dos 27 mil euros e tempos de retorno ao investimento em material de cerca de 20 anos, Tabela 20. O retorno deverá ser efectivamente um pouco maior devido ao investimento inicial em instalação.

5.4.4. Hipótese IV – Substituição do actual sistema de AVAC por um sistema tudo água centralizado (*Eurovent A*)

Partindo do pressuposto base da gestão de energia que refere que a poupança obtida não deve ser efectuada à custa de redução das condições de conforto, a solução que se propõe seguidamente mantém os níveis de conforto actuais.

O dimensionamento dos equipamentos baseou-se nas cargas térmicas máximas de simulação dinâmica às condições nominais, que apresentam os valores de 129kW de aquecimento e 544kW de arrefecimento, às quais se podem aplicar coeficientes de segurança de cerca de 40%.

Para a substituição de sistemas *split* reversíveis independentes por quarto por um sistema a água, o conforto e qualidade do serviço só será mantida utilizando um sistema com ventiloconvectores[44] alimentados por uma rede de tubagens a 4 tubos. Os ventiloconvectores escolhidos possuem uma gama de capacidades de aquecimento e arrefecimento que abrange a potência actual instalada, pretendendo-se, mais uma vez, não diminuir o conforto existente.

A produção de água quente ficará a cargo de uma bomba de calor “Blue Box Omicron V EVO HT 4T 23.1”, equipamento já referido anteriormente.

A produção de frio, ficará desta feita, a cargo de dois *chillers* arrefecidos a água (torre de refrigeração ou geotermal) CARRIER HXC 100 de 348kW de potência nominal, EER 5,09 (classe A *Eurovent*) e ESEER 6,11[45].

Assumindo uma hipótese grosseira, provavelmente em favor do novo sistema, admitindo que o EER global sazonal de produção de frio do conjunto *chiller*-arrefecimento do condensador será de 5,09 e que o preço do sistema de remoção de calor é pouco importante face aos restantes, na Tabela 21 apresentam-se as quantidades e custos com os materiais necessários bem como a análise energético-económica:

Tabela 21. Equipamentos necessários e respectivos preços

Equipamento	Marca/modelo	Preço unitário	Unidades necessárias	Preço Total (Euros)
VC	Ferrolli FCS 20-4T	2180	175	317763,25
<i>Chiller</i> Água/Água	CARRIER HXC 100 (348kW)+ torre de arrefecimento	80000	2	160000
Bomba de Calor	Blue Box Omicron V EVO HT 4T 23.1 (245kW)	48000	1	48000
Tubagens de frio	Gerador de preços*	6	4000m	24000
Isolamento de frio	Armacell[46]	3,85	4000m	15400
Tubagem de quente	Gerador de preços*	6	4000m	24000
Isolamento de quente	Armacell	3,85	4000m	15400

*preços consultados no programa "Gerador de preços"[47]

As consultas de preços realizaram-se através de contactos telefónicos, e-mails, catálogos, um programa de simulação de preços e algumas considerações.

As necessidades em termos de tubagens quer de ida quer de retorno foram estimadas pelo perímetro do edifício multiplicado pelo número de andares, uma vez que existe necessidade de levar água quente e/ou fria a todas as pontas do edifício.

Uma análise grosseira para este novo sistema revelou:

Tabela 22. Análise económica de melhoria – hipótese IV

	hipótese <i>Chiller</i> a água + BC para carga de aquecimento + Caldeiras para AQS
Total anual eléctrico (MWh)	60,8
Custo médio da electricidade (€/Mwh)	88,7
Total anual propano (MWh)	725,8
Custo médio do propano (€/MWh)	69,2
Total anual (€)	55612,5
Poupança face ao actual (€/ano)	3663,9
Investimento Inicial (material) (€)	668115,9
Tempo de retorno mínimo (anos)	182,4

Para verificação de cálculos ver Anexo C

Mesmo utilizando uma hipótese em favor do novo equipamento, estimam-se poupanças anuais de apenas 3663€ não contando com gastos em bombagem e consumo eléctrico dos ventiloconvectores, Tabela 22. De notar também que o investimento inicial explicitado é apenas em termos de material relevante, não contando com inúmeros componentes necessários (por ex: válvulas). A esse valor dever-se-iam então acrescentar mais custos em material e o custo da obra civil; que seria sem dúvida elevadíssimo. Esta é uma solução a não considerar para esta unidade.

5.4.5. Hipótese V – Substituição do actual sistema de AVAC por um sistema tudo água centralizado (*Eurovent A*) e substituição das caldeiras por bombas de calor classe A *Eurovent*

Apenas na tentativa de perceber até que ponto pode existir uma poupança face ao estado actual, analisou-se a hipótese de conjuntamente à alteração do sistema AVAC alterar também o sistema de AQS da mesma forma que havia sido alterado nas hipóteses I e III.

Desta feita obteve-se os seguintes resultados:

Tabela 23. Análise económica de melhoria – hipótese V

	hipótese <i>Chiller</i> a água + BC para carga de aquecimento + BC para AQS
Total anual eléctrico (MWh)	351,1
Custo médio da electricidade (€/MWh)	88,7
Total anual propano (MWh)	0,0
Custo médio do propano (€/MWh)	69,2
Total anual (€)	31139,9
Poupança face ao actual (€/ano)	28136,4
Investimento Inicial (material) (€)	764115,9
Tempo de retorno mínimo (anos)	27,2

Com base nas hipóteses adoptadas, chega-se a um valor de poupança anual na casa dos 28 mil euros, Tabela 23. Contudo, interessa lembrar que não estão incluídos custos de bombagem ou eléctricos dos ventiloconectores bem como outros custos iniciais incluindo o da obra civil. Assim, mais uma vez, a hipótese de um sistema centralizado independente do sistema de AQS é completamente descartada desta unidade hoteleira.

5.4.6. Hipótese VI – Substituição do actual sistema de AVAC por um sistema tudo água centralizado (*Eurovent A*) com recuperação de calor para AQS

A solução de máxima eficiência conhecida para sistemas de AVAC engloba a conjugação deste directamente com o sistema de AQS. Assim, a quando da produção de frio no evaporador do *chiller*, o calor do condensador não é totalmente libertado para o ar, realizando-se um pré aquecimento no sistema de AQS.

Para este sistema utilizou-se um *chiller* a ar com recuperação Blue Box Tetris A+ 37.8 (369kW) com EER *Eurovent* 3,56 e ESEER 4,52 (classe A), valores nominais.

Contudo, com a temperatura de saída da água no evaporador a 7°C e no condensador a 45°C esperam-se apenas EER 3,4 e COP 4,4.[49]

O cálculo efectuado na obtenção dos resultados seguintes contabilizou que o calor nos condensadores seria apenas capaz de cumprir até um máximo de 50% das necessidades de AQS, por condicionantes de temperatura no condensador bem como desfasamento de necessidades AVAC-AQS.

Na Tabela 24, segue então a análise económica desta hipótese.

Tabela 24. Análise económica de melhoria – hipótese VI

	hipótese <i>Chiller</i> a ar com Recuperação AQS + BC carga aquecimento + Caldeiras AQS
Total anual eléctrico (MWh)	80,2
Custo médio da electricidade (€/Mwh)	88,7
Total anual propano (MWh)	476,8
Custo médio do propano (€/MWh)	69,2
Total anual (€)	40113,3
Poupança face ao actual (€/ano)	19163,1
Investimento Inicial (material) (€)	668115,9
Tempo de retorno mínimo (anos)	34,9

Para verificação de cálculos ver Anexo C

No seguimento do que havia sido explicitado nas hipóteses IV e V, existem muitos custos associados a este tipo de sistema que não estão aqui contabilizados. Contudo, permite perceber, de grosso modo, a relação de poupanças entre uns e outros sistemas.

5.4.7. Hipótese VII – Substituição do actual sistema de AVAC por um sistema tudo água centralizado (*Eurovent A*) com recuperação de calor para AQS e substituição das caldeiras por bombas de calor (*Eurovent A*)

Ainda na análise aos melhoramente possíveis no sistema de AVAC e AQS, observou-se a possibilidade de implementar para além do sistema centralizado com recuperação um sistema de bombas de calor para cumprir as restantes necessidades de AQS.

Tabela 25. Análise económica de melhoria – hipótese VII

	hipótese <i>Chiller</i> a ar com Recuperação AQS + BC carga aquecimento + BC AQS
Total anual eléctrico (MWh)	271,0
Custo médio da electricidade (€/Mwh)	88,7
Total anual propano (MWh)	0,0
Custo médio do propano (€/MWh)	69,2
Total anual (€)	24035,0
Poupança face ao actual (€/ano)	35241,3
Investimento Inicial (material) (€)	764115,9
Tempo de retorno mínimo (anos)	21,7

Para verificação de cálculos ver Anexo C

A poupança anual estimada para este sistema é a mais elevada dos sistemas aqui presentes (Tabela 25), contudo, não nos devemos esquecer que falta ainda contabilizar as necessidades de bombagem e ventilação.

É também facilmente perceptível pelo tempo de retorno mínimo que este é um sistema que não deve ser equacionado para a presente situação. Contudo, apresenta valores de poupança teórica estimada bastante elevados.

5.4.8. Hipótese VIII – Substituição de 20% dos *splits* actuais por *splits* classe A Eurovent

Os dados recebidos mostram que o hotel em estudo apresenta uma percentagem de ocupação inferior a 20% durante cerca de 9 meses por ano. Este factor revela a possibilidade de substituir apenas 20% das unidades do tipo *split* presentes nos quartos (34), tentando assim otimizar os rendimentos de produção de frio e calor.

A ocupação deverá ser encaminhada preferencialmente para os quartos alterados de forma a maximizar o investimento.

As poupanças neste caso deverão ser inferiores às conseguidas pela hipótese II. Contudo, o investimento inicial será bastante inferior, Tabela 26.

Tabela 26. Análise económica de melhoria – hipótese VIII

	20% Novos <i>Splits</i> + Caldeiras para AQS
Total anual eléctrico (MWh)	83,6
Custo médio da electricidade (€/Mwh)	88,7
Total anual propano (MWh)	725,8
Custo médio do propano (€/MWh)	69,2
Total anual (€)	57639,0
Poupança face ao actual (€/ano)	1637,4
Investimento Inicial (material) (€)	85000,0
Tempo de retorno mínimo (anos)	51,9

Para verificação de cálculos ver Anexo C

Embora a redução no investimento tenha sido drástica, o prazo de retorno de 52 anos não revela aplicabilidade desta opção.

5.4.9. Hipótese IX – Substituição de 20% dos *splits* actuais por *splits* classe A Eurovent e Caldeiras por Bombas de calor classe A Eurovent

A análise dos resultados obtidos anteriormente revela que a aplicação conjugada destas duas medidas seria a melhor opção para esta unidade hoteleira caso se pretenda actuar em ambas as áreas, AVAC e AQS. Embora o consumo anual não seja tão reduzido como com outras opções, o investimento inicial é mais baixo, sendo esperados tempos de retorno aceitáveis, Tabela 27.

Tabela 27. Análise económica de melhoria – hipótese IX

	20% Novos <i>Splits</i> + BC para AQS
Total anual eléctrico (MWh)	373,9
Custo médio da electricidade (€/Mwh)	88,7
Total anual propano (MWh)	0,0
Custo médio do propano (€/MWh)	69,2
Total anual (€)	33166,4
Poupança face ao actual (€/ano)	26109,9
Investimento Inicial (material) (€)	181000,0
Tempo de retorno mínimo (anos)	6,9

Para verificação de cálculos ver Anexo C

Como se pode ver, o tempo de retorno ao investimento simples ronda os 7 anos com poupanças anuais na casa dos 26 mil euros.

5.5. Análise de resultados

Na tabela 28, apresenta-se uma síntese das hipóteses estudadas para este edifício:

Tabela 28. Síntese das hipóteses estudadas para o edifício

hipótese	Total anual (€)	Poupança face ao actual (€/ano)	Investimento Inicial (material) (€)	Tempo de retorno mínimo (anos)
<i>Splits</i> + Caldeiras para AQS	59276	0	0	0
<i>Splits</i> + BC para AQS	34804	24473	96000	4
Novos <i>Splits</i> + Caldeiras para AQS	56614	2662	455000	171
Novos <i>Splits</i> + BC para AQS	32142	27135	551000	20
hipótese <i>Chiller</i> a água + BC para carga de aquecimento + Caldeiras para AQS	55612	3664	668116	182
hipótese <i>Chiller</i> a água + BC para carga de aquecimento + BC para AQS	31140	28136	764116	27
hipótese <i>Chiller</i> a ar com Recuperação AQS + BC carga aquecimento + Caldeiras para AQS	40113	19163	668116	35
hipótese <i>Chiller</i> a ar com Recuperação AQS + BC carga aquecimento + BC AQS	24035	35241	764116	22
Novos <i>Splits</i> 20% + Caldeiras para AQS	57645	1631	85000	52
Novos <i>Splits</i> 20% + BC para AQS	33173	26104	181000	7

A análise dos resultados obtidos após auditoria e estudo de soluções possíveis para o actual edifício, revela que:

- Deve ser monitorizado todo o sistema de águas quentes na tentativa de perceber as perdas encontradas na recirculação;
- Deve ser negociado um novo contrato para abastecimento de gás ao edifício;
- Deve ser discutida a hipótese de redução das potências térmicas instaladas por quarto;
- Deve ser seriamente investigada a hipótese de aplicação de unidades do tipo bomba de calor para produção de água quente;

- Dever-se-á manter o sistema actual de *splits*. Contudo, deve ser acompanhando o desenvolvimento desta tecnologia em termos de preço e eficiências com vista à substituição de pelo menos 20% das unidades.

5.6. Situação esperada após aplicação de medidas

A análise efectuada ao longo deste trabalho deparou-se com uma ineficiência grave em termos de gestão de energia. O elevado consumo de águas quentes, associado ao baixo rendimento da caldeira e ao custo elevado pago pelo gás propano leva à proposta de estudo sobre a aplicação de unidades do tipo bomba de calor.

O que se espera que passe a acontecer neste edifício é um corte completo do consumo de gás para águas quentes em detrimento de um consumo eficiente de electricidade. Passando os consumos a distribuírem-se segundo a Tabela 29:

Tabela 29. Consumos esperados após implementação de melhorias

	Utilização	Electricidade [MWh/ano]	Propano [MWh/ano]
Hotel	Iluminação	150	0
	Iluminação exterior	5	0
	Equipamentos vários	230	0
	Bombagens várias	121	0
	Ventilações várias	49	0
	Cozinha e Lavandaria	72	0
	Arrefecimento	88	0
	Aquecimento	14	0
	Elevadores	33	0
	AQS quartos	101	0
	Perdas na recirculação AQS	160	0
	Cozinha e Lavandaria	29	0
	Total - Simulação	1051	0

Assim, espera-se que relativamente ao estado actual em termos de consumos e custos específicos se obtenha:

Tabela 30. Comparação de consumos e custos específicos com energia entre as situações actual e esperada

	kWh/ano por m2 de área útil	€/ano por m2 área útil
Actual	127,1	10,1
Esperado	89,9	8,0

Em termos brutos, podemos esperar reduções de consumos de 1487MWh/ano para 1051MWh/ano, Figura 59.

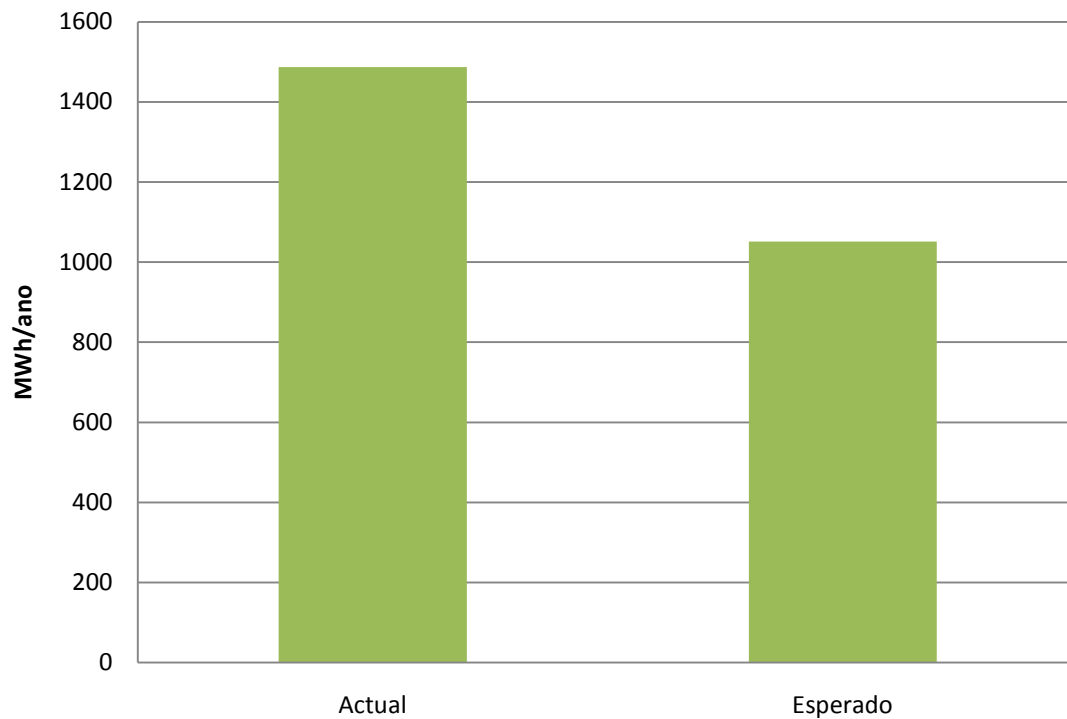


Figura 59. Comparação dos consumos energéticos actuais e esperados

Relativamente a custos, esperam-se reduções de 118 mil euros para cerca de 94 mil euros, Figura 60.

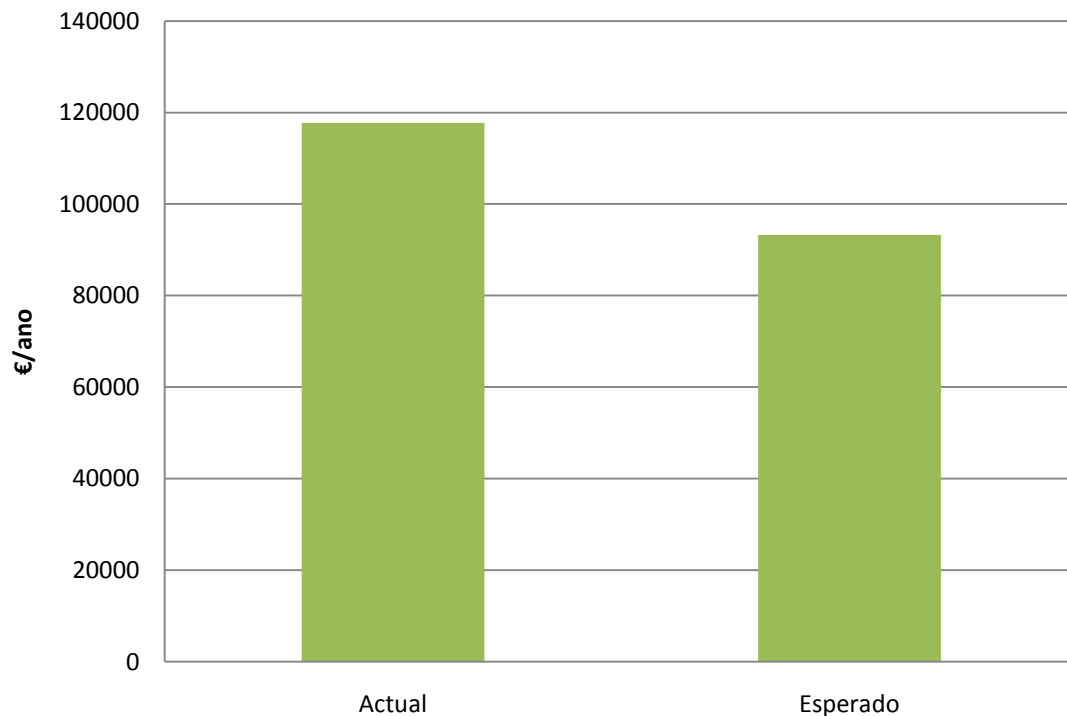


Figura 60. Comparação dos custos com a energia actuais e esperados

O estado esperado situar-se-ia agora perante a referência conforme a Figura 61 revela:

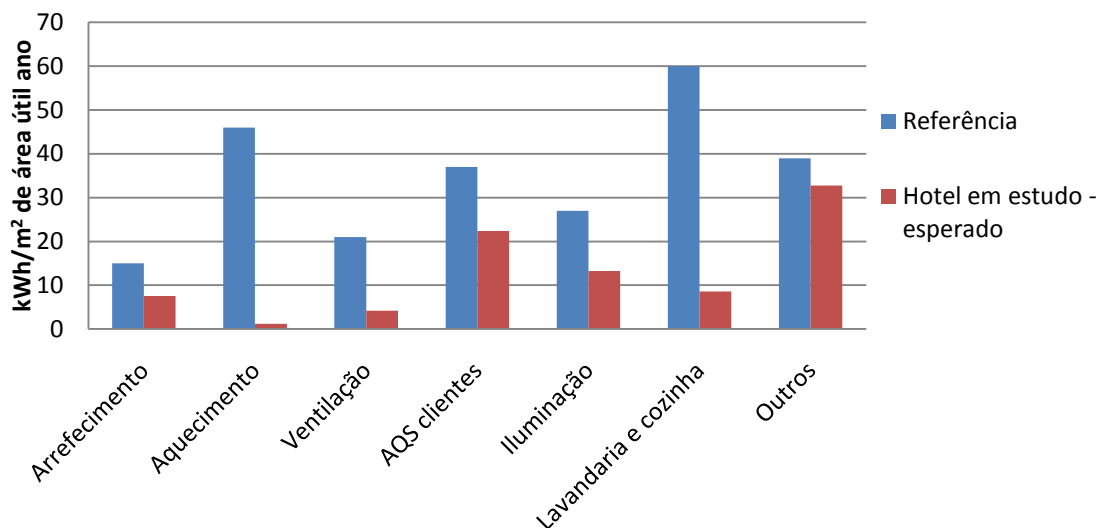


Figura 61. Comparação, de diferentes consumos específicos na factura energética final, entre a referência e o esperado para o caso de estudo

Como se pode ver, com a diminuição elevada nos consumos de AQS, todos os valores se encontram agora abaixo da referência. O facto da ocupação no hotel ser reduzida e existirem valor acima da referência era algo preocupante e que revelava descuido com questões energéticas, nomeadamente gestão de energia ineficiente.

Assim, com a implementação de unidades do tipo bomba de calor, a eficiência desta unidade hoteleira seria bastante melhorada.

Em termos de gestão de energia, esta seria uma medida a aplicar. Os principais passos a seguir nesta análise seriam:

- Elaboração ou encomenda de uma análise mais aprofundada do tema;
- Acompanhamento de todas as negociações;
- Acompanhamento de todo o processo de instalação;
- Instalar monitorização no equipamento;
- Comparar resultados obtidos com os esperados.

6. Conclusões

Com a realização deste trabalho constatou-se que a gestão de energia constitui um suporte para alcançar melhores níveis de eficiência energética na actividade normal de uma organização. Uma boa gestão conduz a uma redução da factura energética e, consequentemente, a uma redução dos custos com energia, aumentando a competitividade da empresa. Esta tarefa deve ser entregue a um indivíduo qualificado para o efeito, tipicamente um gestor de energia.

Para que a formação de um gestor de energia seja bem sucedida, é necessário um estudo dedicado e especializado em várias áreas, nomeadamente todos os sistemas consumidores de energia, nos quais se inclui o AVAC. É também de grande importância para a formação de um indivíduo a visita a campo, com o objectivo de aperfeiçoar metodologias, postura e presença perante a organização.

Uma das grandes dificuldades encontradas na formação em curto espaço de tempo de gestores de energia é a incapacidade de fazer as perguntas certas no local certo de forma a conseguir adquirir conhecimentos detalhados sobre situações gerais e particulares. A caracterização detalhada de uma instalação e seus equipamentos foi um dos objectivos deste trabalho, e que culminou com a concepção de fichas de campo de preenchimento objectivo acompanhadas por indicações de boas práticas. Estes documentos servirão de registo para o estado actual das organizações bem como para análises posteriores de todo o tipo, nomeadamente análises de melhoria de eficiência.

As necessidades, quer ambientais, quer económicas, do sistema empresarial actual, revelam urgência na integração de indivíduos para análise de questões relacionadas com a energia.

O gestor de energia deve então ser alguém com conhecimentos tais que permitam ter um olhar crítico perante as situações, contudo deverá ao mesmo tempo ser alguém motivado e aplicado não descuidando os pormenores. O gestor deverá implementar monitorização e análises periódicas de perfis de consumo de todas as áreas consumidoras de energia, com o objectivo de perceber onde e como se consome a energia. Esta análise deve ser realizada em ciclos de pequena duração o que torna o trabalho do gestor de energia um trabalho de conhecimento das instalações e melhoramento contínuo.

No âmbito deste trabalho foram ainda realizadas três auditorias energéticas, onde foram adquiridos conhecimentos necessários a nível de intervenção em campo. Por outro lado,

ficaram também testadas e optimizadas algumas das fichas de campo concebidas, nomeadamente as referentes aos equipamentos *rooftop*, *split*, ventilador e motor.

Finalmente, o estudo da unidade hoteleira serviu como forma de fechar este trabalho aplicando alguns dos conhecimentos adquiridos. Foi analisado o estado actual, comparado com um padrão e posteriormente equacionadas hipóteses de melhoria de eficiência.

A análise do caso prático de aplicação de conhecimentos revelou uma qualidade que poderá ser uma mais-valia na formação de um gestor de energia. O conhecimento de programas e técnicas de simulação energética seria um suporte essencialmente para colmatar falhas ao nível da monitorização.

No estudo realizado à unidade hoteleira, a factura energética, a desagregação dos consumos e a comparação com referência revelaram desde cedo que, para a taxa de ocupação reduzida associada à localização algarvia, os consumos de gás propano eram algo elevados, com consequência directa nos custos finais com a energia.

Na situação actual, o edifício em estudo apresenta consumos de 761MWh/ano de electricidade e 726MWh/ano de gás propano, o que representa, respectivamente, 67 260€/ano e 50 740€/ano, ao preço médio de 88,7€/MWh_{eléctrico} e 69,2 €/MWh_{gás}.

Os consumos elevados de propano, associados ao custo abusivo pedido pelo combustível fóssil, levaram à proposta de substituição das unidades do tipo caldeiras por equipamentos do tipo bomba de calor. Com estes novos equipamentos esperam-se reduções de consumo na casa dos 400MWh/ano o que equivale a cerca de 24 mil euros anuais e a um período de retorno mínimo estimado a rondar os 4 anos.

Estudou-se também a possibilidade de substituição dos actuais equipamentos de *split* por unidades de melhor desempenho (classe A *Eurovent*). Contudo, o preço elevado deste tipo de equipamentos, associado aos reduzidos consumos de climatização e à baixa ocupação, tornam esta medida inviável, apresentando tempos de retorno de cerca de 170 anos.

Ainda na tentativa de substituição simples das unidades de *split* foi analisado o perfil de ocupação que revelou uma ocupação, por quarto, igual ou inferior a 20% durante cerca de 9 meses por ano. Desta feita, foi estudada a hipótese de substituir apenas 20% das unidades de climatização reduzindo significativamente o investimento inicial. Contudo, pelas razões descritas anteriormente, o período de retorno manteve-se elevado e a rondar os 50 anos.

Relativamente à aplicação de um sistema centralizado, esta solução apresenta-se completamente inviável devido às baixas necessidades do edifício, às baixas ocupações e principalmente devido aos enormes custos de instalação.

Em suma, embora não se possa considerar o edifício em estudo como energeticamente eficiente, é possível afirmar que, em termos de climatização, não existe alternativa viável ao sistema implementado.

Após o trabalho realizado, percebe-se que para a realização consciente de gestão de energia são necessários conhecimentos elevados e informações pormenorizadas de inúmeras características, nomeadamente perfis de consumo e especificações de equipamentos.

Conclui-se então que em termos de AVAC é possível formar um gestor de energia em curto espaço de tempo. Convém, contudo, perceber que a formação será um processo contínuo que terá que continuar no seio da organização.

Para finalizar, interessa frisar que os pontos-chave do processo de gestão de energia passam então por monitorizar e conhecer.

Referências

- [1] <http://www.edificiossaudaveis.pt/>
- [2] http://tonto.eia.doe.gov/energyexplained/index.cfm?page=environment_about_ghg
- [3] Marland, G., T.A. Boden and R. J. Andres; “Global, Regional, and National CO2 Emissions”. 2005
- [4] Susan Joy Hassal; “Impacts of a Warming Arctic - Arctic Climate Impact Assessment”, Cambridge University Press 2004
- [5] Dr. Pieter Tans, NOAA/ESRL (www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/)
- [6] Folha de opinião – Associação Portuguesa de Industrias Petroliferas, nº 43 Setembro de 2007
- [7] Eurostat pocketbooks, “Energy, transport and environment indicators”, 2009 edition
- [8] <http://www.knoow.net/cienceconempr/gestao/gestao.htm>
- [9] “Undertaking an industrial energy survey”; Good Practice Guide 316, Fevereiro 2002
- [10] Ferreira, João de Jesus:Ferreira, Teresa de Jesus; “Economia e Gestão da Energia”, Texto editora 2004 -1ª edição
- [11] D. Peixoto Braga,Luís Miguel; “Gestão de Energia e Eficiência Energética”, CENERTEC
- [12] Manual do Gestor de Energia 2006, Centro para a conservação de energia
- [13] http://www.ga-sa.fr/ref/en/Centralized-Technical-Management_55.html
- [14] DGE; “Condições de Utilização de Energia e de Segurança dos Principais Equipamentos Energéticos na Hotelaria”; Relatório de síntese Março 1999
- [15] ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004; “Energy Standard for Buildings, Except Low-Rise Residential Buildings”; 2004
(<http://www.realread.com/prst/pageview/browse.cgi?book=1931862664>)
- [16] <http://www.Eurovent-certification.com/>
- [17] AFNOR; “Ventilation for non-residential buildings – Performance requirements for ventilation and room-conditioning systems”; Norma Europeia Julho 2007
- [18] Guide F Revision Steering Committee; “Energy efficiency in buildings”; CIBSE 2004
- [19] ADENE;”Perguntas & Respostas sobre o RSECE – Energia”; versão 1.2 Novembro 2008
- [20] ADENE;”Manual de procedimento para emissão e registo de CE/DCR para edifícios de serviços no âmbito do RSECE”, Versão 1.1 03/08/2007.
- [20] Wulfinghoff, Donald R; “Energy Efficiency Manual”, Energy Institute Press, Wheaton Maryland U.S.A.,1999

- [21] Kreider, Jan F.; Rabl, Ari; “Heating and Cooling of Buildings – Design for Efficiency”, McGraw-Hill, Inc., International Editions 1994
- [22] Refrigeration Compressors; “Air Conditioning Clinic”; TRANE 2000
- [23] http://www.daikin.com/global_ac/products/
- [24] *Chiller*-Water Systems; “Air Conditioning Clinic”; TRANE 2001
- [25] Introduction to HVAC Systems; “Air Conditioning Clinic”, TRANE 2004
- [26] BLUE BOX group; catálogo “Technical Manual- Omicron V Evo Multifunctional Unit”
- [27] Water-Source Heat Pump Systems; “Air Conditioning Clinic”; TRANE 2000
- [28] LG; catálogo 09 “Ar condicionado-Multi V”
- [29] ROCA baxi group; catálogo “Instruções de instalação, utilização e manutenção - Regulador de potência RWF40”
- [30] Jornal Oficial das Comunidades Europeias; “Directiva 92/42/CEE do conselho de 21 de Maio de 1992 relativa às exigências de rendimento para novas caldeiras a água quente alimentadas com combustíveis líquidos ou gasosos”
- [31] Rating the Seasonal Efficiency of Boilers and *Chillers*; CIBSE
- [32] DAIKIN; “service manual- Air conditioning and Refrigeration Equipment”
- [33] LONIX; “Fun Coil Unit – Example Implementation with Lonix Technologies”, 01/2009
- [34] <http://www.daikinac.com/commercial/productsFeatures.asp?sec=products&page=7#VRV>
- [35] http://www.ambthair.com/multisplit_and_vrv_systems.html
- [36] Carrier; “Synopsis, an HVAC newsletter for buildings owners and managers - Part-Load Control Strategies for Packaged Rooftop Units”, Volume one number three
- [37] Faculty of Architecture, The University of Hong Kong; <http://www.arch.hku.hk/~kpcheung/new2001/ac/>
- [38] <https://sce.adene.pt>
- [39] <http://certificadoenergetico.com/>
- [40] <http://www.adene.pt/ADENE.Portal>
- [41] <http://www.adene.pt/ADENE/Canais/SubPortais/SCE/Apresentacao/SCERCCTEeRSEC/E/Âmbito+de+aplicação.htm>
- [42] Instituto de Meteorologia; Laboratório Nacional de Engenharia Civil; “Temperaturas Exteriors de Projecto e Número de Graus-Dia”, Lisboa 1995, 2ª edição
- [43] DAIKIN; “General catalogue 2009”
- [44] Salvador Escoda; “Tarifa de precios – Ventilación/Clima”, 2009
- [45] Carrier; “Water Cooled Screw Compressor Liquid *Chillers* -30HXC”
- [46] <http://www.armacell.com/>
- [47] CYPE; “Gerador de preços”, versão 2008.1.i

[48] DAIKIN AC; “VRV Variable Refrigerant Volume - Intelligent air-conditioning technology”

[49] BLUE BOX group; catálogo “Technical catalogue - Tetris *Chiller* and heat pumps air/water”

Anexos

Anexo A

Folhas de suporte a Auditoria e Gestão de Energia

Manual de preenchimento

Código de cores

Os campos a **preto** são de preenchimento obrigatório (sempre que possível) em campo.

Os campos a **azul** são, em princípio, possíveis de preenchimento em escritório. Contudo, deverão ser preenchidos em campo sempre que parecer adequado.

Tipo de sistema

Pretende-se definir como é **realizada a climatização** (caso exista) do edifício em estudo. Esta deve ser descrita de forma detalhada por zonas existentes.

Tipo de produtor

Pretende-se definir o, ou os, **tipos de equipamentos** utilizados na produção de energia térmica.

A designação “ar/água” (por exemplo) representa equipamentos em que no lado não prioritário (secundário/exterior) existe troca de calor entre o fluído frigorigénio e o ar e no lado prioritário (consumo) existe uma troca de calor entre fluído frigorigénio e água

Sempre que se escolher uma opção “outro” descrever esse “outro” sistema, etc.

Energia/combustível

Pretende-se definir qual, ou quais, **as fontes de energia final** utilizadas pelos “Tipo (s) de produtor(es)”.

Critérios de sequenciação

Pretende-se definir se existe alguma sequência típica para o funcionamento dos equipamentos.

Esquema hidráulico de distribuição

Pretende-se que se esquematizem pormenores importantes do sistema de distribuição.

Caracterização geral

Pretende-se definir detalhadamente cada equipamento.

No item **caracterização geral**, sempre que parecer conveniente, deve ser identificado o equipamento por alguma característica relevante (ex: caldeira prioritária, caldeira AQS, etc.)

No item **marca/modelo**, pretende-se identificar a marca e modelo do equipamento.

No item **localização**, pretende-se definir a colocação do equipamento é exterior ou interior, em área técnica ou fora dela, etc. (ex: exterior em área técnica)

No item **sombreamento**, pretende-se identificar a existência, ou não, de sombreamento das unidades e se possível a orientação do sombreador (ex: sombreada a Sul)

No item **quantidade**, pretende-se definir o número de unidades com as mesmas características da unidade exemplo de preenchimento da folha

No item **ano de entrada em funcionamento**, pretende-se definir a altura da primeira operação do equipamento. Sempre que possível deve ser também definido o ano de fabrico e ano de montagem no edifício.

No item **queimador**, pretende-se identificar a marca e modelo do equipamento.

No item **potência térmica máxima de aquecimento** pretende-se saber qual a potência térmica nominal máxima de aquecimento do equipamento. Sempre que possível definir qual a norma que avaliou esse valor.

No item **potência térmica máxima de arrefecimento** pretende-se saber qual a potência térmica nominal máxima de arrefecimento do equipamento. Sempre que possível definir qual a norma que avaliou esse valor.

No item **potência eléctrica máxima** pretende-se definir qual a potência nominal máxima de entrada no equipamento. Sempre que possível definir qual a norma que avaliou esse valor e que periféricos engloba esse valor.

No item **potência eléctrica de bombagem absorçor-gerador** pretende-se definir qual a potência nominal máxima do sistema absorçor-gerador.

No item **potência térmica máxima (entrada)** (chiller de absorção) pretende-se definir qual a potência nominal máxima e quais as características do calor recebido pelo equipamento. (ex: Vapor de água a 200°C proveniente de co-geração)

No item **rendimento**, pretende-se definir qual a eficiência e classe de eficiência do equipamento. Sempre que possível definir qual a norma que avaliou esse valor.

No item **COP**, pretende-se definir qual a eficiência e classe de eficiência do equipamento em função de aquecimento. Sempre que possível indicando qual a norma que avaliou o equipamento e que periféricos engloba esse valor. (ex Rooftop: COP 3,3 Eurovent classe B (inclui bomba de calor, ventiladores de insuflação, extracção e do condensador))

No item **EER**, pretende-se definir qual a eficiência e classe de eficiência do equipamento em função de arrefecimento. Sempre que possível indicando qual a norma que avaliou o equipamento e que periféricos engloba esse valor. Sempre que possível indicar o valor de ESEER. (ex Rooftop: EER 3,1 Eurovent classe A (inclui bomba de calor, ventiladores de insuflação, extracção e do condensador [Eurovent]))

No item **combustível** pretende-se identificar qual o ou os combustíveis de queima no equipamento.

No item **fluido frigorigénio** pretende-se identificar o fluido que circula no interior do ciclo termodinâmico

No item **tipo de compressor** pretende-se identificar qual o tipo de compressores da unidade, se possível também o número de compressores existentes.

No item **fluido intermediário** pretende-se identificar o fluido que troca calor directamente com o equipamento.

No item **utilização (bombas/ventiladores)** pretende-se definir se integra o circuito de água quente/frio ou insuflação/extracção.

No item **circuito (bombas)** pretende-se definir qual o circuito a que pertence esta bomba; se primário, se secundário, se outro.

No item **circulação do ar** pretende-se identificar o grau de obstrução na admissão e libertação do ar circulado nos ventiladores.

No item **tipo (torre de arrefecimento)** pretende-se definir a tipologia do equipamento, se é torre fechada, aberta com ventiladores axiais, centrífugos, etc.

No item **zonas servidas** pretende-se identificar quais as zonas climatizadas por aquele equipamento.

No item **extracção de ar** pretende-se definir se existe extracção de ar para o exterior.

No item **recirculação de ar** pretende-se identificar se existe recirculação de ar, a amplitude de variação dos registos de recirculação bem como o seu controlo.

No item **recuperador de calor** pretende-se identificar o tipo de recuperador, a sua eficiência nominal e a existência ou não de um by-pass. (ex: recuperador de fluxos cruzados com by-pass)

No item **alimentação das baterias** pretende-se identificar como é feita a distribuição da energia térmica para o equipamento. (ex: sistema 4 tubos)

No item **controlo de humidade** pretende-se identificar se existe controlo de humidade.

No item **filtros (UTA/UTAN/Rooftop)** pretende-se identificar a quantidade e tipo de filtros existente, bem como especificações.

No item **SFP(UTA/UTAN)** pretende-se definir a potência específica de ventilação da unidade bem como a sua classe de eficiência.

No item **aquecimento terminal** pretende-se identificar a presença de algum tipo de fonte de calor após a bateria principal de aquecimento, caracteriza-la e definir a sua potência.

No item **tipo de condutas** pretende-se definir como é transportado o ar para o espaço, bem como a existência ou não de isolamento. (ex: uma conduta circular isolada)

No item **tipo (Split/multi-split)** pretende-se definir a tipologia geral da unidade, se é split ou multi-split.

No item **troca de calor no lado não prioritário** pretende-se descrever como é realizada a troca de calor no lado não prioritário (não útil) do equipamento.

Controlo

No item **horário** pretende-se definir como é realizado o ligar e desligar dos equipamentos (manual ou automático, local ou GTC), bem como os horários típicos de funcionamento. (ex: automático GTC; 9h-18h, 7 dias por semana)

No item **ajuste à carga** pretende-se identificar como está definido o controlo do equipamento.

No item **variável de controlo**:

- No ponto **identificação**, pretende-se identificar qual a variável que está a ser controlada (ex: temperatura de ida 7°C ou temperatura de retorno 12°C, etc.)
- No ponto **tipo** pretende-se definir como é controlado o set-point (ex: set-point de Verão 7°C, set-point de Inverno 9°C; set-point manual mas inteligente dependendo da temperatura exterior). Para o caso de unidades a terminais, pretende-se definir se é um sistema a caudal variável ou constante; se as baterias são alimentadas com by-pass ou com válvula reguladora de caudal; se é tipo Split convencional ou VRF, etc.

No item **modulação** pretende-se identificar como é efectuado o controlo de carga do equipamento (ex: variação de frequência)

No item **free-cooling** pretende-se identificar a existência ou não de controlo de temperatura por sistema free-cooling (climatizar o espaço sem consumo de energia térmica, apenas avaliando as condições do ar exterior).

No item **set-point** pretende-se definir como é controlado o set-point do equipamento bem como se existe algum predefinido (ex: termóstato na zona a climatizar).

No item **controlo por CO₂** pretende-se definir se existe controlo sobre este tipo de composto.

No item **controlo por QAI** pretende-se definir se existe controlo sobre qualquer outro tipo de componente. (ex: controlo por componentes orgânicos voláteis)

No item **esquema** pretende-se que se realize um esquema representativo do que parecer conveniente na caracterização do equipamento.

Permuta no evaporador/condensador

No item **nº total de ventiladores** pretende-se definir a quantidade de ventiladores utilizados para a permuta do lado não útil da geração.

No item **tipo de ventilador** pretende-se identificar a tipologia do ventilador (ex: axial).

No item **potência eléctrica máxima por ventilador** pretende-se definir a potência eléctrica de entrada em cada ventilador.

No item **controlo de velocidade dos ventiladores** pretende-se identificar como é efectuado o controlo de velocidade dos mesmos (ex: ventilador de duas velocidades não VFD)

No item **apoio de sistemas** a água pretende-se identificar se existe algum tipo de sistema a água na ajuda aos condensadores (ex: água borrifada para o condensador).

Monitorização

No item **monitorização** pretende-se que se descrevam todas as medições que existem associadas a cada equipamento principal e seus equipamentos secundários, quer medições de entrada quer de saída (ex: medição de potência eléctrica de entrada no chiller)

Esquema hidráulico

O item **esquema hidráulico do lado prioritário** refere-se ao esquema hidráulico do lado prioritário (consumo).

O item **esquema hidráulico do lado não prioritário** refere-se ao esquema hidráulico do lado não prioritário (secundário/exterior).

No item **isolamento** deve ser identificada a presença, ou não, de isolamento. Sempre que possível deve ser especificado o tipo de isolamento e espessura.

No item **nº de bombas** pretende-se definir quantas bombas existem directamente relacionadas com este equipamento.

Nos itens referentes a **esquemas hidráulico** pretende-se que se esboce o sistema de forma simples, indicando os equipamentos com símbolos lógicos. Todos os equipamentos devem estar devidamente identificados (ex: BF1 – bomba número 1 do circuito de frio. Esta deverá vir também assim referenciada na folha relativa a bombas e motores).

Fichas de levantamento de características

Tipo de sistema	
Não dispõe	
Sistema Centralizado	
Unidades Individuais	
Sistema centralizado + Unidades individuais	
Descrição detalhada da solução adoptada por zonas	

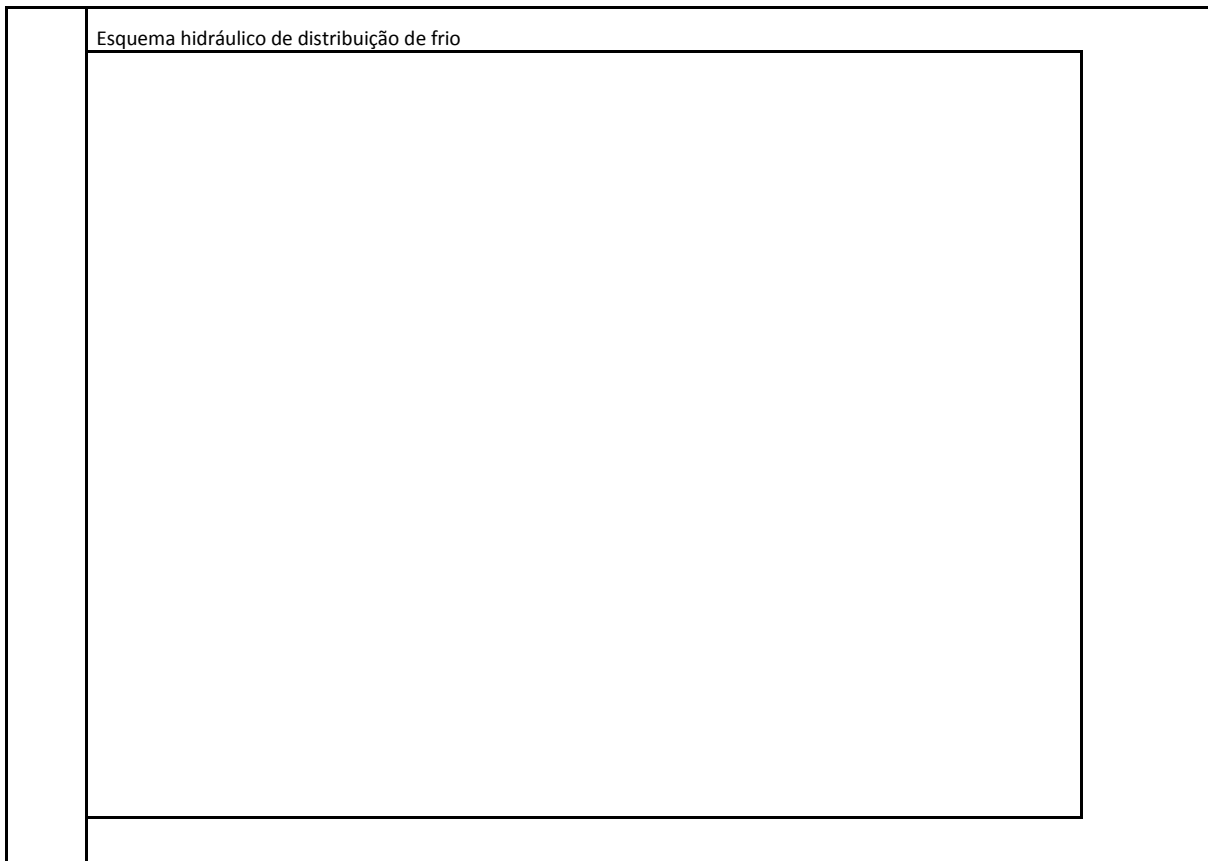
Aquecimento	
Tipo de produtor	
Caldeira a combustível líquido	
Caldeira a combustível sólido	
Caldeira convencional (padrão)	
Caldeira de baixa temperatura	
Caldeira de condensação	
Bomba de calor de aquecimento Ar/Água	
Bomba de calor de aquecimento Água/Ar	
Bomba de calor de aquecimento Solo/Água	
Bomba de calor de aquecimento Ar/Ar	
Split	
Multi-Split	
VRF 2 tubos	
VRF 3 tubos	
Outro	
Energia/Combustível	
Electricidade	
GPL	
Gás natural	
Outro combustível gasoso	
Gasóleo	
Outro combustível líquido	
Biomassa	
Outro combustível gasoso	

Anexo A: Folhas de Suporte a Auditoria e Gestão de Energia

	Critérios de sequenciação
	Descrição detalhada dos critérios de sequenciação na produção de calor

	Esquema hidráulico de distribuição de calor

	<p>Arrefecimento</p> <p>Tipo de produtor</p> <p>Bomba de calor "expansão indirecta" (arrefecimento)</p> <p>Máquina frigorífica "chiller" (ciclo de compressão) Água/Água</p> <p>Máquina frigorífica "chiller" (ciclo de compressão) Ar/Água</p> <p>Máquina frigorífica "chiller" (ciclo de absorção)</p> <p>VRF 2 tubos</p> <p>VRF 3 tubos</p> <p>Outro</p> <p>Expansão directa condensação a ar</p> <p>Expansão directa condensação a água</p> <p>Split</p> <p>Multisplit</p> <p>Energia/Combustível</p> <p>Electricidade</p> <p>GPL</p> <p>Gás natural</p> <p>Outro combustível gasoso</p> <p>Gasóleo</p> <p>Outro combustível líquido</p> <p>Biomassa</p> <p>Outro combustível gasoso</p>																					
	<table border="1"> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> </table> <table border="1"> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> <tr><td></td></tr> </table>																					
	<p>Critérios de sequenciação</p> <p>Descrição detalhada dos critérios de sequenciação na produção de frio</p> <table border="1"> <tr><td></td></tr> </table>																					



	<p>Caldeira</p> <p>Caracterização geral</p> <ul style="list-style-type: none"> –Marca/modelo –Localização –Quantidade –Queimador –Ano de entrada em funcionamento –Potência térmica máxima –Rendimento (classe de eficiência) –Combustível –Fluido intermediário <p>Controlo - Caldeira</p> <ul style="list-style-type: none"> –Horário –Ajuste à carga <ul style="list-style-type: none"> –variável de controlo <ul style="list-style-type: none"> -identificação -tipo –modulação <p>Monitorização</p> <p>Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.)</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> <p>Esquema hidráulico</p> <ul style="list-style-type: none"> –Isolamento –Nº de bombas (para cada bomba/motor preencher folha característica) <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>
--	---

	Bomba de calor aquecimento Ar/Água (ou arrefecimento) Caracterização geral –Marca/modelo –Localização –Sombreamento –Quantidade –Ano de entrada em funcionamento –Potência térmica máxima de aquecimento –Potência térmica máxima de arrefecimento –Potência eléctrica máxima –COP (classe de eficiência) –EER (classe de eficiência) –Fluido frigorigénio –Tipo de compressor –Fluido intermediário
	Permuta de calor no lado não prioritário
	Controlo - bomba de calor –Horário –Ajuste à carga –variável de controlo –identificação –tipo –modulação
	Permuta de calor no lado não prioritário (sistemas a ar) –Nº total de ventiladores –Tipo de ventiladores –Potência eléctrica máxima por ventilador –Controlo de velocidade nos ventiladores –Circulação do ar –Apoio de sistema a água
	Monitorização Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.)
	Esquema hidráulico do lado prioritário –Isolamento –Nº de bombas (para cada bomba/motor preencher folha característica)

	Bomba de calor aquecimento Água/Ar (ou arrefecimento) Caracterização geral –Marca/modelo –Localização –Sombreamento –Quantidade –Ano de entrada em funcionamento –Potência térmica máxima de aquecimento –Potência térmica máxima de arrefecimento –Potência eléctrica máxima –COP (classe de eficiência) –EER (classe de eficiência) –Fluido frigorigénio –Tipo de compressor
	Tipo de Permuta de calor no lado não prioritário <div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>
	Controlo - bomba de calor –Horário –Ajuste à carga –variável de controlo -identificação -tipo –modulação
	Monitorização Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.) <div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>
	Esquema hidráulico do lado não prioritário –Isolamento –Nº de bombas (para cada bomba/motor preencher folha característica) <div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>
	<div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>

	Bomba de calor aquecimento Água/Água (ou arrefecimento) Caracterização geral –Marca/modelo –Localização –Sombreamento –Quantidade –Ano de entrada em funcionamento –Potência térmica máxima de aquecimento –Potência térmica máxima de arrefecimento –Potência eléctrica máxima –COP (classe de eficiência) –EER (classe de eficiência) –Fluido frigorigénio –Tipo de compressor –Fluido intermediário
	Tipo de Permuta de calor no lado não prioritário <div></div>
	Controlo - Bomba de calor –Horário –Ajuste à carga –variável de controlo –identificação –tipo –modulação
	Monitorização Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.) <div></div>
	Esquema hidráulico do lado prioritário –Isolamento –Nº de bombas (para cada bomba/motor preencher folha característica) <div></div>
	Esquema hidráulico do lado não prioritário –Isolamento –Nº de bombas (para cada bomba/motor preencher folha característica) <div></div>

	<p>Bomba de calor aquecimento Ar/Ar</p> <p>Caracterização geral</p> <ul style="list-style-type: none"> –Marca/modelo –Localização –Sombreamento –Quantidade –Ano de entrada em funcionamento –Potência térmica máxima de aquecimento –Potência térmica máxima de arrefecimento –Potência eléctrica máxima –COP (classe de eficiência) –EER (classe de eficiência) –Fluido frigorigénio –Tipo de compressor <p>Permuta de calor no lado não prioritário</p> <div data-bbox="284 739 1337 846"></div> <p>Controlo - Bomba de calor</p> <ul style="list-style-type: none"> –Horário –Ajuste à carga <ul style="list-style-type: none"> –variável de controlo <ul style="list-style-type: none"> -identificação -tipo –modulação <p>Permuta de calor no lado não prioritário (sistemas a ar)</p> <ul style="list-style-type: none"> –Nº total de ventiladores –Tipo de ventiladores –Potência eléctrica máxima por ventilador –Controlo de velocidade nos ventiladores –Circulação do ar –Apoio de sistema a água <p>Monitorização</p> <p>Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.)</p> <div data-bbox="284 1507 1337 1599"></div>
--	--

	Máquina frigorífica "chiller" (ciclo de compressão) Água/Água Caracterização geral –Marca/modelo –Localização –Sombreamento –Quantidade –Ano de entrada em funcionamento –Potência térmica máxima de arrefecimento –Potência eléctrica máxima –EER (classe de eficiência) –Fluido frigorigénio –Tipo de compressor –Fluido intermediário
	Permuta de calor no lado não prioritário <div></div>
	Controlo - Chiller –Horário –Ajuste à carga –variável de controlo -identificação -tipo –modulação
	Monitorização Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.) <div></div>
	Esquema hidráulico do lado prioritário –Isolamento –Nº de bombas (para cada bomba/motor preencher folha característica) <div></div>
	Esquema hidráulico do lado não prioritário –Isolamento –Nº de bombas (para cada bomba/motor preencher folha característica) <div></div>

	Máquina frigorífica "chiller" (ciclo de compressão) Ar/Água Caracterização geral –Marca/modelo –Localização –Sombreamento –Quantidade –Ano de entrada em funcionamento –Potência térmica máxima de arrefecimento –Potência eléctrica máxima –EER (classe de eficiência) –Fluido frigorígeno –Tipo de compressor –Fluido intermediário
	Permuta de calor no lado não prioritário <div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>
	Controlo - Chiller –Horário –Ajuste à carga –variável de controlo –identificação –tipo –modulação
	Permuta no condensador –Nº total de ventiladores –Tipo de ventiladores –Potência eléctrica máxima por ventilador –Controlo de velocidade nos ventiladores –Circulação do ar –Apoio de sistema a água
	Monitorização Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.) <div style="border: 1px solid black; height: 40px;"></div>
	Esquema hidráulico do lado prioritário –Isolamento –Nº de bombas (para cada bomba/motor preencher folha característica) <div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>

	Máquina frigorífica "chiller" (ciclo de absorção) Caracterização geral –Marca/modelo –Localização –Sombreamento –Quantidade –Ano de entrada em funcionamento –Potência térmica máxima de arrefecimento –Potência eléctrica de bombagem absorçor-gerador –Potência térmica máxima (entrada) –características da fonte de calor
	–EER(classe de eficiência) –Fluido frigorígeno –Fluido intermediário
	Permuta de calor no lado não prioritário
	Controlo - Chiller –Horário –Ajuste à carga –variável de controlo –identificação –tipo –modulação
	Monitorização Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.)
	Esquema hidráulico do lado prioritário –Isolamento –Nº de bombas (para cada bomba/motor preencher folha característica)
Esquema hidráulico do lado não prioritário –Isolamento –Nº de bombas (para cada bomba/motor preencher folha característica)	

	Bomba	Identificação da bomba
	Caracterização geral	
	–Marca/modelo	
	–Ano de entrada em funcionamento	
	–Circuito	
	–Utilização	
	–Caudal circulado	
	–Altura manométrica	
	–Velocidade de rotação	
	Motor	
	Caracterização geral	
	–Marca/modelo	
	–Ano de entrada em funcionamento	
	–Potência máxima útil	
	–Rendimento (classe de eficiência)	
	–Velocidade de rotação	
	Controlo	
	–Horário	
	–Ajuste à carga	
	–modulação	
	Monitorização	
	Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.)	

Anexo A: Folhas de Suporte a Auditoria e Gestão de Energia

	Ventilador	Identificação do ventilador
	Caracterização geral	
	–Marca/modelo	
	–Tipo	
	–Ano de entrada em funcionamento	
	–Utilização	
	–Caudal ventilado	
	–Velocidade de rotação	
	Motor	
	Caracterização geral	
–Marca/modelo		
–Ano de entrada em funcionamento		
–Potência máxima útil		
–Rendimento (classe de eficiência)		
–Velocidade de rotação		
Controlo		
–Horário		
–Ajuste à carga		
–modulação		
Monitorização		
Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.)		

	<p>Torre de arrefecimento</p> <p>Caracterização geral</p> <ul style="list-style-type: none"> –Marca/modelo –Tipo –Quantidade –Sombreamento –Circulação do ar –Ano de entrada em funcionamento –Potência térmica máxima –Potência eléctrica máxima –EER (classe de eficiência) –Nº total de ventiladores –Potência eléctrica máxima por ventilador –Controlo de velocidade nos ventiladores <p>Controlo - Torre de arrefecimento</p> <ul style="list-style-type: none"> –Horário –Ajuste à carga <ul style="list-style-type: none"> –variável de controlo <ul style="list-style-type: none"> -identificação -tipo –modulação <p>Monitorização</p> <p>Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.)</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> <p>Esquema hidráulico relevante</p> <p>–Nº de bombas (para cada bomba/motor preencher folha característica)</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>
--	--

	<p>UTA/UTAN</p> <p>Caracterização geral</p> <ul style="list-style-type: none"> –Marca/modelo –Localização –Sombreamento –Quantidade –Zonas servidas –Ano de entrada em funcionamento –Extracção de ar –Recirculação de ar <ul style="list-style-type: none"> –Amplitude de variação –Recuperador de calor <ul style="list-style-type: none"> -tipo de recuperador -eficiência -by-pass –Alimentação das baterias –Filtros –Controlo de humidade –Aquecimento terminal <ul style="list-style-type: none"> –potência –nº de ventiladores (para cada ventilador/motor preencher folha característica) –Tipo de condutas –SFP <p>Controlo - UTA/UTAN</p> <ul style="list-style-type: none"> –Horário (manual, auto, local ou GTC) –Ajuste à carga <ul style="list-style-type: none"> –tipo –free-cooling –Set-point <ul style="list-style-type: none"> –controlo do set-point –Controlo por CO2 –Controlo por QAI <ul style="list-style-type: none"> -compostos controlados <p>Produção de frio e/ou calor (ver fichas de produção)</p> <p>–Esquema</p> <div data-bbox="204 1346 1267 1619" style="border: 1px solid black; height: 122px; width: 666px;"></div> <p>Monitorização</p> <p>Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.)</p> <div data-bbox="204 1711 1267 1805" style="border: 1px solid black; height: 42px; width: 666px;"></div>
--	--

<p>RoofTop</p> <p>Caracterização geral</p> <ul style="list-style-type: none"> –Marca/modelo –Localização –Sombreamento –Quantidade –Zonas servidas –Ano de entrada em funcionamento –Extracção de ar –Recirculação de ar <ul style="list-style-type: none"> –Amplitude de variação –Recuperador de calor <ul style="list-style-type: none"> -tipo de recuperador -eficiência -by-pass –Filtros –Controlo de humidade –Aquecimento terminal <ul style="list-style-type: none"> –potência –nº de ventiladores (para cada ventilador/motor preencher folha característica) –Tipo de condutas <p>Controlo -RoofTop</p> <ul style="list-style-type: none"> –Horário (manual, auto, local ou GTC) –Ajuste à carga <ul style="list-style-type: none"> –tipo –free-cooling –Set-point <ul style="list-style-type: none"> –controlo do set-point –Controlo por CO2 –Controlo por QAI <ul style="list-style-type: none"> -compostos controlados <p>Produção de frio e/ou calor (ver fichas de produção)</p> <p>–Esquema</p> <div style="border: 1px solid black; height: 120px; width: 100%;"></div> <p>Monitorização</p> <p>Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.)</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>
--

<p>Ventiloconvector</p> <p>Caracterização geral</p> <ul style="list-style-type: none"> –Marca/modelo –Localização –Quantidade –Zonas servidas –Ano de entrada em funcionamento –Alimentação das baterias –Controlo de humidade –Potência eléctrica máxima de ventilação –Potência térmica máxima de aquecimento –Potência térmica máxima de arrefecimento –Aquecimento eléctrico <ul style="list-style-type: none"> –potência eléctrica máxima de aquecimento <p>Controlo do ventiloconvector</p> <ul style="list-style-type: none"> –Horário –Sensores de temperatura por unidade –Ajuste à carga <ul style="list-style-type: none"> –tipo –Set-point <ul style="list-style-type: none"> –controlo do set-point –Esquema
<p>Monitorização</p> <p>Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.)</p>

	<p>Split/multi-Split</p> <p>Caracterização geral</p> <ul style="list-style-type: none"> –Marca/modelo –Tipo –Sombreamento –Quantidade –Zonas servidas –Número de unidades interiores associadas –Ano de entrada em funcionamento –Potência térmica máxima de arrefecimento –Potência térmica máxima de aquecimento –Potência eléctrica máxima –EER (classe de eficiência) –COP (classe de eficiência) –Fluido frigorigénio <p>Controlo - Split/multi-Split</p> <ul style="list-style-type: none"> –Horário –Ajuste à carga <ul style="list-style-type: none"> -Sub-tipo –Set-point <p>Controlo - todos os equipamentos</p> <p>Medições energéticas (Electricidade, caudais, temperaturas, entalpias, etc.)</p> <div data-bbox="288 925 1332 1037"></div>
--	---

Indicações de boas práticas

Caldeiras

Minimizar o tempo de trabalho da central de caldeiras

- Para aplicações com horários regulares, instalar controlos horários para ligar e desligar caldeiras
- Em aplicações que requeiram um período de aquecimento, instalar controladores de início óptimo
- Se a central térmica é usada apenas para aquecimento de ar e o edifício é muito dependente da temperatura exterior (elevadas infiltrações), controlar a caldeira baseado na temperatura exterior

Minimizar os custos com produção

- Em caldeiras com possibilidade de queima de vários combustíveis, seleccionar o de menor custo numa base temporal curta
- Distribuir a carga térmica pelas caldeiras de forma a minimizar o custo total da central
- Manter a temperatura da água à saída da caldeira o mais baixo possível
- Em unidades que trabalhem com baixas cargas, instalar uma caldeira mais pequena e mais eficiente como equipamento principal
- Criar ligações entre todas as caldeiras para permitir desligar as menos eficientes
- Procurar oportunidades de recuperação de calor
- Equacionar a hipótese de depósito de inércia

Minimizar custos com equipamentos auxiliares

- Operar os equipamentos auxiliares da caldeira só quando esta necessitar de estar em funcionamento

Minimizar custos operacionais

- Limpar, ajustar e reparar fugas e falhas no isolamento
- Limpar, ajustar e reparar todos os equipamentos; dar principal importância às superfícies de transferência de calor

Chillers ou bomba de calor de expansão indirecta em modo de arrefecimento

Minimizar o tempo de trabalho da central de chillers

- Para aplicações com horários regulares, instalar controlos horários para ligar e desligar chillers
- Em aplicações que requeiram um período de arrefecimento, instalar controladores de início óptimo
- Se a central térmica é usada apenas para arrefecimento de ar e o edifício é muito dependente da temperatura exterior (elevadas infiltrações), controlar o chiller baseado na temperatura exterior

Minimizar os custos com produção

- Distribuir a carga térmica pelos chillers de forma a minimizar o custo total da central
- Manter a temperatura da água à saída do chiller o mais alto possível
- Optimizar a temperatura de condensação
- Em unidades que trabalhem com baixas cargas, instalar um chiller mais pequeno e mais eficiente como equipamento principal
- Criar ligações entre todos os chillers para permitir desligar os menos eficientes
- Usar o condensador como fonte directa para aplicações de aquecimento
- Equacionar a hipótese de depósito de inércia

Minimizar custos com equipamentos auxiliares

- Operar os equipamentos auxiliares do chiller só quando esta necessitar de estar em funcionamento
- Desligar os equipamentos de rejeição de calor quando o chiller correspondente desligar

Minimizar custos operacionais

- Limpar, ajustar e reparar fugas e falhas no isolamento
- Limpar, ajustar e reparar todos os equipamentos; dar principal importância às superfícies de transferência de calor
- Em torres evaporativas abertas a água, verificar e tratar a qualidade da água
- Minimizar o sangramento de água nas torres de arrefecimento
- Instalar variadores de frequência nos ventiladores das torres de arrefecimento
- Evitar recirculação de ar entre torres de refrigeração
- Evitar exposição solar do chiller, torre de arrefecimento e depósito de inércia

Bomba de calor de expansão indirecta em modo de aquecimento

Minimizar o tempo de trabalho da central de bombas de calor

- Para aplicações com horários regulares, instalar controlos horários para ligar e desligar a bomba de calor
- Em aplicações que requeiram um período de arrefecimento, instalar controladores de início óptimo
- Se a central térmica é usada apenas para aquecimento de ar e o edifício é muito dependente da temperatura exterior (elevadas infiltrações), controlar a bomba de calor baseado na temperatura exterior

Minimizar os custos com produção

- Distribuir a carga térmica pelas bombas de calor de forma a minimizar o custo total da central
- Manter a temperatura da água à saída da bomba de calor o mais baixa possível
- Optimizar a temperatura no evaporador
- Em unidades que trabalhem com baixas cargas, instalar uma bomba de calor mais pequena e mais eficiente como equipamento principal
- Criar ligações entre todas as bombas de calor para permitir desligar as menos eficientes
- Equacionar a hipótese de depósito de inércia

Minimizar custos com equipamentos auxiliares

- Operar os equipamentos auxiliares da bomba de calor só quando esta necessitar de estar em funcionamento
- Desligar os equipamentos exteriores de permuta de calor quando a bomba de calor correspondente desligar

Minimizar custos operacionais

- Limpar, ajustar e reparar fugas e falhas no isolamento
- Limpar, ajustar e reparar todos os equipamentos; dar principal importância às superfícies de transferência de calor

Unidades de tratamento de ar/Rooftops

Minimizar o tempo de trabalho de unidades de tratamento de ar

- Para aplicações com horários regulares, instalar controlos horários para ligar e desligar as UTA
- Em espaços de utilização irregular instalar controlos do tipo “manual ON/automatic OFF”

Minimizar custos operacionais

- Insuflar o mínimo de ar novo necessário para cumprir as necessidades do espaço
- Recircular o máxima de ar necessário para cumprir as necessidades do espaço
- Utilizar filtros para reduzir necessidades de ar novo
- Utilizar permutador de calor para o ar de exaustão
- Evitar admissão de ar novo junto a zonas poluídas ou com temperaturas locais desinteressantes
- Evitar exposição solar da UTA
- Alargar os limites em torno do “set-point” (“deadband”)
- Estudar alterações para as resistências de aquecimento terminal
- Evitar insuflar zonas fortemente ventiladas
- Limpar, ajustar e reparar fugas e falhas no isolamento
- Limpar, ajustar e reparar todos os equipamentos; dar principal importância às superfícies de transferência de calor

Ventiloconvectores

Minimizar o tempo de trabalho de ventiloconvectores

- Para aplicações com horários regulares, instalar controlos horários para ligar e desligar os equipamentos
- Instalar controlos do tipo “manual ON/automatic OFF”

Minimizar custos operacionais

- Utilizar filtros para reduzir necessidades de ar novo
- Alargar os limites em torno do “set-point” (“deadband”)
- Converter sistemas a 3 tubos em sistemas a 2
- Evitar climatizar zonas fortemente ventiladas
- Evitar o uso de aquecimento eléctrico
- Em unidades que tratem ar novo, abolir esta capacidade se não for estritamente necessário
- Limpar, ajustar e reparar fugas e falhas no isolamento
- Limpar, ajustar e reparar todos os equipamentos; dar principal importância às superfícies de transferência de calor

Splits, Multi-Splits

Minimizar o tempo de trabalho de splits/multi-splits

- Instalar controlos do tipo “manual ON/automatic OFF”

Minimizar custos operacionais

- Utilizar filtros para reduzir necessidades de ar novo
- Alargar os limites em torno do “set-point” (“deadband”)
- Em unidades que tratem ar novo, abolir esta capacidade se não for estritamente necessário
- Evitar climatizar zonas fortemente ventiladas
- Evitar recirculação de ar entre as unidades exteriores
- Quando as principais necessidades são de arrefecimento, evitar exposição solar das unidades exteriores
- Limpar, ajustar e reparar fugas e falhas no isolamento
- Limpar, ajustar e reparar todos os equipamentos; dar principal importância às superfícies de transferência de calor

Infiltrações

Minimizar custos operacionais

- Manter ou melhorar a qualidade de todos os isolamentos com o exterior
- Instalar sistemas de fecho automático das portas
- Instalar portas de alta eficiência - rotativas ou com vestíbulo para zonas importantes; de impacto, de cortina ou de resposta rápida para zonas de trabalho

Redução da carga térmica de arrefecimento

Minimizar custos operacionais

- Instalar sombreamento exterior
- Instalar envidraçados de alta eficiência sempre que possível com sombreamento
- Reduzir a área de envidraçados
- Utilizar cores que minimizem a absorção da radiação solar
- Favorecer ventilação do ar no sentido ascendente, abrir possíveis saídas de ar nas zonas mais altas do edifício
- Estudar a aplicabilidade de um “green roof”

Anexo B

Rua Pinho Valente, 190
4400 - 251 V. N. Gaia
Telef.: 223 797 631 Fax: 223 720 231
E-mail: geral@feiocomp.pt

Para:	Edifícios Saudáveis	N/ Refª:	FPF002810
Att:	Exmo Sr. Eng. José Ferreira	Revisão:	
V/ Refª:	V/ Pedido de cotação de 06/04/10	Data:	06-04-2010

Na sequência da Vossa amável consulta e conforme os elementos fornecidos, junto enviamos a nossa proposta para o eventual fornecimento do equipamento abaixo mencionado.

Ref.	Equipamento Proposto	Qt	Preço Unit.	Preço Total
	Bomba Multifuncional Bomba Multifuncional do tipo Ar/Água/Água, da marca BLUE BOX , modelo OMICRON 2T , com certificação EUROVENT . Unidade de produção de água quente ou água fria no mesmo circuito hidráulico e, num circuito hidráulico independente, água quente sanitária a 65°C. Estrutura em chapa de aço galvanizado com pintura em epoxy-poliéster (RAL 5014), com painéis laterais amovíveis, internamente revestidos com isolamento acústico em poliuretano expandido. Unidade com ventiladores axiais, compressores de parafuso e permutador tubular. Inclui de fábrica controlo da pressão de condensação, por variação continua da velocidade dos ventiladores. Fluido refrigerante R134a .			
	OMICRON V EVO 2T - 31.1	1	54.420,00 €	54.420,00 €
	OMICRON V EVO 2T - 40.2	1	72.910,00 €	72.910,00 €
	OMICRON V EVO 2T - 47.2	1	85.480,00 €	85.480,00 €
	OMICRON V EVO 2T - 54.2	1	97.160,00 €	97.160,00 €
	OMICRON V EVO 2T - 80.2	1	120.370,00 €	120.370,00 €
	Bomba Multifuncional 4T Bomba Multifuncional do tipo Ar/Água/Água, da marca BLUE BOX , modelo OMICRON 4T com certificação EUROVENT , unidade de produção independente ou simultânea de água fria ou quente 65°C para instalações de ar condicionado a 4 tubos. Estrutura em chapa de aço galvanizado com pintura em epoxy-poliéster (RAL 5014), com painéis laterais amovíveis, internamente revestidos com isolamento acústico em poliuretano expandido. Unidade com ventiladores axiais, compressores de parafuso e permutador tubular. Inclui de fábrica controlo da pressão de condensação, por variação continua da velocidade dos ventiladores. Fluido refrigerante R134a.			
	OMICRON V EVO 4T - 31.1	1	55.030,00 €	55.030,00 €
	OMICRON V EVO 4T - 40.2	1	73.860,00 €	73.860,00 €

OMICRON V EVO 4T - 47.2	1	86.590,00 €	86.590,00 €
OMICRON V EVO 4T - 54.2	1	98.430,00 €	98.430,00 €
OMICRON V EVO 4T - 80.2	1	121.770,00 €	121.770,00 €

Condições Comerciais:

Preços líquidos sujeitos a IVA à taxa em vigor

Prazo de entrega: A Combinar

Local de entrega: Em obra em Portugal Continental, em cima de camião.

Condições de pagamento: A Combinar

Validade da proposta: 90 dias

Garantia: Dois anos contra defeitos de fabrico.

Exclusões: Montagem do equipamento.

Na expectativa que os nossos serviços lhes possam ser úteis, disponibilizamo-nos desde já, para o esclarecimento de quaisquer dúvidas técnicas e/ou comerciais que possam permanecer.

Melhores cumprimentos,

Paulo Feyo



FTXR28,42,50E



RXR28,42,50E



ARC447A



**Ururu
Sarara**

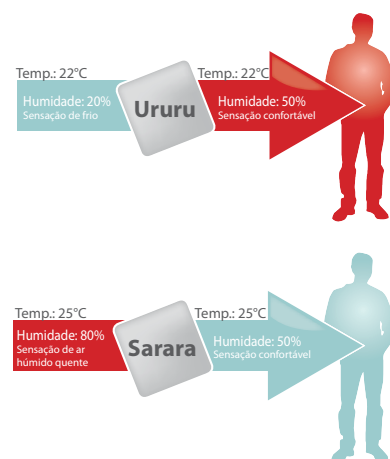
INVERTER

- Humidificação URURU: mantém um nível de humidade confortável sem necessidade do fornecimento adicional de água
- Desumidificação SARARA: mantém um ambiente interior fresco e confortável, retirando a humidade do ar sem reduzir a temperatura
- Ventilação de alta potência: renovação do ar da sala em 2 horas
- Purificação do ar de alta potência: aumenta a qualidade do ar interior com a tecnologia Flash Streamer da Daikin
- Baixo consumo energético: etiquetas energéticas de toda a gama de classe A (EER = 5,00/COP = 5,14)
- "Good design award": critério de avaliação único para design industrial no Japão
- O modo de funcionamento nocturno poupa energia, evitando sobre-arrefecimentos ou sobre-aquecimentos durante a noite
- Modo "potente" para arrefecimento ou aquecimento rápido
- O modo conforto garante um funcionamento sem correntes de ar
- Funcionamento silencioso: até 23 dBA de nível de pressão sonora
- Funcionamento silencioso da unidade interior: O botão de "silêncio" no comando à distância baixa o ruído de funcionamento da unidade interior em 3 dBA
- O filtro de purificação do ar em apatite de titânio fotocatalítico absorve partículas microscópicas, decompõe odores e desactiva bactérias e vírus
- O caudal de ar em 3D combina a oscilação automática vertical e horizontal para circular um fluxo de ar quente/fresco directamente para os cantos, mesmo em espaços de grandes dimensões
- Outras funcionalidades: modo de funcionamento em humidificação, caudal de ar refrescante, funcionamento para sono confortável, funcionamento contra bolores

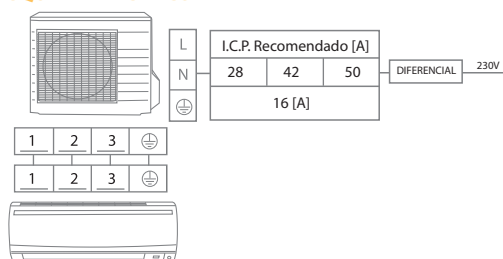


Modelos		FTXR28E RXR28E	FTXR42E RXR42E	FTXR50E RXR50E
Comprimento máximo	L[m]	10	10	10
Desnível máximo	H[m]	8	8	8
Diâmetro de tubagem	(Liq./Gás) [mm]	6,4/9,5	6,4/9,5	6,4/9,5
Carga adicional de fluido frigorígeno		N/A		
Capacidade nominal kW	Arrefecimento	2,80	4,20	5,00
	Aquecimento	3,60	5,10	6,00
Potência absorvida nominal kW	Arrefecimento	0,56	1,05	1,46
	Aquecimento	0,70	1,18	1,51
Preço s/ IVA	Interior	535€	655€	725€
	Exterior	855€	895€	1.410€
	Conjunto	1.390€	1.550€	2.135€

Comando por infravermelhos incluído em todas as unidades interiores apresentadas nesta página

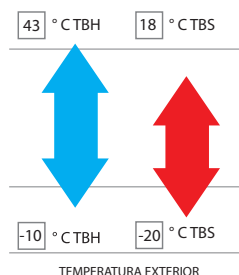


ESQUEMA ELÉCTRICO



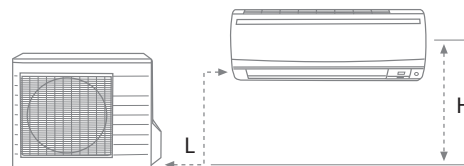
Secção do cabo: 2,5mm² (Valor mínimo. Pode variar de acordo com a legislação em vigor e do disjuntor instalado)
Interligação entre máquinas: 2,5 mm²
I.C.P. - Interruptor de controlo de potência (Recomendado [A])

LIMITES DE FUNCIONAMENTO



TEMPERATURA EXTERIOR

ESQUEMA FRIGORIFICO



Para mais especificações técnicas consultar pags 40 e 41 do catálogo geral 2010



SALVADOR ESCODA S.A.
www.salvadorescoda.com

Provença, 392 pl. 1 y 2
08025 BARCELONA
Tel. 93 446 27 80
Fax 93 456 90 32

TARIFA DE PRECIOS

I.V.A. NO INCLUIDO. CONSULTE POSIBLES ACTUALIZACIONES

22

FANCOIL DE CASSETTE CON REJILLA Serie FCS



ferrolí

- Cassette de agua a dos y cuatro tubos
- Rejilla de aspiración en ABS, fácilmente desmontable
- Filtro de aire extraíble y de fácil limpieza
- Bomba de desagüe de condensados de serie
- Cuatro opciones de mando a distancia (opcional)
- Posibilidad de colocar una toma para descarga de aire adicional
- Termostato electrónico Energy Saver o con pantalla digital (opcionales)
- Posibilidad de trabajar con toma de aire exterior, para renovación de aire



Mando
electrónico



Mando electrónico
con pantalla digital

MODELO			04-2T	08-2T	10-2T	12-2T	16-2T	20-2T	04-4T	10-4T	20-4T
Código			CL22531	CL22532	CL22533	CL22534	CL22535	CL22536	CL22537	CL22538	CL22539
Potencia frigorífica (1)	Vel. mínima	W	1.550	1.900	2.850	3.400	3.170	3.900	1.230	2.500	4.100
	Vel. media	W	1.800	2.850	3.500	4.500	5.100	7.100	1.430	3.050	7.300
	Vel. máxima	W	2.400	4.000	4.700	6.300	7.600	10.000	1.900	4.000	9.800
Caudal de agua (1) (2)		l/h	413	688	808	1.084	1.307	1.720	327	688	1.686
Pérdida de carga lado agua (1) (2)		kPa	9	12	20	22	14	24	10,8	19,7	30
Potencia calorífica (3)	Vel. mínima	W	2.600	2.410	4.050	4.700	4.300	5.400	-	-	-
	Vel. media	W	3.000	4.090	4.800	6.300	7.300	10.000	-	-	-
	Vel. máxima	W	3.800	5.000	6.600	8.700	10.800	13.900	-	-	-
Caudal de agua (2)(3)		l/h	413	688	808	1.084	1.307	1.720	-	-	-
Potencia calorífica (4)	Vel. mínima	W	4.850	4.700	7.200	8.200	8.400	9.850	1.240	2.730	5.100
	Vel. media	W	5.600	8.000	8.500	10.800	13.200	17.500	1.440	3.500	7.900
	Vel. máxima	W	7.110	9.770	11.760	14.600	18.000	24.500	1.900	4.610	9.000
Caudal de agua (2)(4)		l/h	611,5	840	1011,5	1255,5	1548	2107	163,5	396,5	774
Alimentación		kPa	230/1/50								
Presión sonora (5)	Vel. máxima	dB(A)	37	42	45	37	44	51	37	46	51
	Vel. media	dB(A)	26	33	36	28	37	43	26	38	43
	Vel. mínima	dB(A)	21	20	30	22	28	30	21	30	30
Caudal de aire	Vel. máxima	m³/h	660	700	850	1.100	1.300	1.750	660	850	1.750
	Vel. media	m³/h	450	490	600	770	910	1.220	450	600	1.220
	Vel. mínima	m³/h	360	300	470	550	550	700	360	470	700
Nº ventiladores	Ud.		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Potencia absorbida	Vel. mínima	W	35	35	55	33	40	70	35	55	70
	Vel. media	W	45	55	75	51	75	140	45	75	140
	Vel. máxima	W	70	85	95	85	120	200	70	95	200
Conexiones hidráulicas batería principal	"		3/4	3/4	3/4	1	1	1	3/4	3/4	1
Conexiones hidráulicas batería suplementaria	"		-	-	-	-	-	-	1/2	1/2	3/4
Conexión desagüe de condensados (6)	mm		25	25	25	25	25	25	25	25	25
Peso de la unidad con rejilla de plástico	Kg		21,5	22,5	22,5	46	48	51	21,5	22,5	51
PRECIO	€		957,89	1.026,32	1.078,95	1.394,74	1.557,89	1.736,84	1.105,26	1.173,68	1.815,79

Condiciones: (1) Refrigeración: Temperatura aire ambiente: 27°C bulbo seco, 19°C bulbo húmedo.
Temperatura de entrada de agua: 7°C, salto térmico 5°C. Ventilador a velocidad máxima.

(2) Datos referidos a la velocidad máxima del ventilador

(3) Calefacción: Temperatura aire ambiente: 20°C, temp. de entrada de agua 50°C, salto térmico 5°C. Ventilador a velocidad máxima

(4) Calefacción: Temperatura aire ambiente: 20°C, temp. de entrada de agua 70°C, salto térmico 10°C. Ventilador a velocidad máxima

(5) En campo libre a 2 m de la unidad

(6) Máximo desnivel para la bomba de condensados 200 mm.

ICS010 m Tubagem de distribuição de água.

24,54

Tubagem de aço preto, com soldadura longitudinal por resistência eléctrica, de 3/4" DN 20 mm de diâmetro para distribuição de água fria, encastrada no paramento, com protecção com tubo corrugado de PP.

Composto	Ud	Composição	Rend.	p.s.	Preço artigo
mt08tan010c	m	Tubo de aço preto NP EN 10255, com soldadura longitudinal por resistência eléctrica, de 3/4" DN 20 mm de diâmetro.	1,050	4,39	4,61
mt08tan211c	Ud	Acessórios para tubagem de aço preto com soldadura DIN 2440 ST-00 de 3/4" DN 20 mm, para soldar.	1,000	3,42	3,42
mt37wwt010e	m	Tubo flexível corrugado de polipropileno, de 23 mm de diâmetro, para sinalização e protecção mecânica e contra os agentes externos como gesso, cimento, cal, etc., das tubagens de água fria e A.Q.S., resistente até temperaturas de 100°C.	1,000	0,38	0,38
mo002	h	Oficial de 1ª instalador de aquecimento.	0,516	14,95	7,71
mo052	h	Ajudante instalador de aquecimento.	0,516	14,04	7,24
	%	Meios auxiliares	2,000	23,36	0,47
	%	Custos indirectos	3,000	23,83	0,71
				Total:	24,54

ICS010 m Tubagem de distribuição de água.

24,54

Tubagem de aço preto, com soldadura longitudinal por resistência eléctrica, de 3/4" DN 20 mm de diâmetro para distribuição de água quente, encastrada no paramento, com protecção com tubo corrugado de PP.

Composto	Ud	Composição	Rend.	p.s.	Preço artigo
mt08tan010c	m	Tubo de aço preto NP EN 10255, com soldadura longitudinal por resistência eléctrica, de 3/4" DN 20 mm de diâmetro.	1,050	4,39	4,61
mt08tan211c	Ud	Acessórios para tubagem de aço preto com soldadura DIN 2440 ST-00 de 3/4" DN 20 mm, para soldar.	1,000	3,42	3,42
mt37wwt010e	m	Tubo flexível corrugado de polipropileno, de 23 mm de diâmetro, para sinalização e protecção mecânica e contra os agentes externos como gesso, cimento, cal, etc., das tubagens de água fria e A.Q.S., resistente até temperaturas de 100°C.	1,000	0,38	0,38
mo002	h	Oficial de 1ª instalador de aquecimento.	0,516	14,95	7,71
mo052	h	Ajudante instalador de aquecimento.	0,516	14,04	7,24
	%	Meios auxiliares	2,000	23,36	0,47
	%	Custos indirectos	3,000	23,83	0,71
				Total:	24,54

Boa tarde (17-05-2010)

Estimado Engº José Ferreira

No seguimento da consulta efectuada apresento a informação pretendida.

No que respeita à espessura de isolamento recomenda para este tipo de instalações a questão encontra-se simplificada uma vez que no âmbito do Sistema de Certificação Energética (SCE) as espessuras de isolamento estão automaticamente definidas pelo Regulamento de Sistemas Energéticos para Climatização em Edifícios (R.S.E.C.E.) - documento que anexo.

O Anexo III do R.S.E.C.E. define que para instalações com temperatura dos fluídos entre 40 - 65 °C e tubagens até diâmetro exterior 35mm devem ser isoladas com 20mm de espessura no interior dos edifícios e 30mm de espessura quando no exterior, para isolamentos térmicos com condutibilidade térmica de 0.040 W/m.K a 20 °C.

Como tal a instalação em questão deverá ser isolada com 20mm caso seja no interior do Hotel ou 30mm no exterior.

No que respeita à gama da Armacell mais adequada para esta instalação seria a gama SH/Armaflex. Uma vez que a sua condutibilidade é 0.036 W/m.K a 20 °C, através de uma proporcionalidade directa é-nos permitido reduzir a espessura do isolamento (ver Nota nº2 - Anexo III - RSECE).

SH-19x028 3.85 €/mt (preço P.V.P.)

Caso a instalação decorra no exterior e tendo em consideração as condições adversas de humidade e chuva recomendamos a aplicação de uma gama com barreira anti-vapor no sentido de garantir a impermeabilidade do isolamento. Nesse sentido recomendamos a gama AF/Armaflex - 0.036 W/m.K a 20 °C.

AF-T-028 12.16 €/mt (preço P.V.P.)

Anexo o cálculo de performance energética para a instalação descrita com e sem isolamento SH/Armaflex.

Caso necessite alguma informação adicional estarei disponível.

Com os melhores cumprimentos,



----- Remitido por Tiago Silva/Madrid/Armacell con fecha 17-05-2010 11:10 -----

Christine Schmidt/Muenster/Armacell

Para info.pt@armacell.com

cc

10-05-2010 12:13

Asunto Consulta de preços

Anexo C

Ocupação por quarto (%) (dados Hotel)
4,2
3,6
14,3
7,9
13,1
20,1
56,4
83,3
49,4
13,9
5,3
6,7

Fonte de energia	Electricidade	Propano
Preço por MWh	88,7	69,2

	m ²
Área útil	11700

Tabela 31. Necessidades, performances e consumos actuais

Mês	Necessidades			Performance actual			Consumos actuais		
	Carga arrefecimento (MWh)	Cargas aquecimento (MWh)	AQS (MWh)	EER	COP	Rendimento caldeiras	We arref (MWh)	We aquec (MWh)	Qpropano (AQS)
JAN	0	13	30,6	2,44	2,62	0,8	0,0	4,9	38
FEV	0	10	30,1	2,44	2,62	0,8	0,0	3,9	38
MAR	0	2	40,1	2,44	2,62	0,8	0,0	0,9	50
ABR	3	0	34,1	2,44	2,62	0,8	1,3	0,0	43
MAI	17	0	38,9	2,44	2,62	0,8	7,2	0,0	49
JUN	31	0	45,5	2,44	2,62	0,8	12,8	0,0	57
JUL	51	0	79,5	2,44	2,62	0,8	21,1	0,0	99
AGO	55	0	104,7	2,44	2,62	0,8	22,5	0,0	131
SET	36	0	72,9	2,44	2,62	0,8	15,0	0,0	91
OUT	16	0	39,7	2,44	2,62	0,8	6,7	0,0	50
NOV	3	1	31,6	2,44	2,62	0,8	1,4	0,3	40
DEZ	0	11	33,0	2,44	2,62	0,8	0,0	4,2	41
TOTAL	214	37	581				87,8	14,2	726

	Total anual eléctrico (MWh)	Total anual propano (MWh)
Splits + Caldeiras para AQS	102,1	725,8
Splits + BC para AQS	392,4	0

Tabela 32. Cálculos para splits classe A Eurovent e BC para AQS

Mês	Necessidades			Performance classe A			Consumos esperados		
	Carga arrefecimento (MWh)	Cargas aquecimento (MWh)	AQS (MWh)	EER (splits)	COP (splits)	COP (BC)	We arref (MWh)	We aquec (MWh)	We BC AQS (MWh)
JAN	0	13	30,6	3,42	3,97	2	0,0	3,2	15
FEV	0	10	30,1	3,42	3,97	2	0,0	2,6	15
MAR	0	2	40,1	3,42	3,97	2	0,0	0,6	20
ABR	3	0	34,1	3,42	3,97	2	1,0	0,0	17
MAI	17	0	38,9	3,42	3,97	2	5,1	0,0	19
JUN	31	0	45,5	3,42	3,97	2	9,1	0,0	23
JUL	51	0	79,5	3,42	3,97	2	15,0	0,0	40
AGO	55	0	104,7	3,42	3,97	2	16,0	0,0	52
SET	36	0	72,9	3,42	3,97	2	10,7	0,0	36
OUT	16	0	39,7	3,42	3,97	2	4,8	0,0	20
NOV	3	1	31,6	3,42	3,97	2	1,0	0,2	16
DEZ	0	11	33,0	3,42	3,97	2	0,0	2,7	16
TOTAL	214	37	581				62,7	9,3	290,3

	Total anual eléctrico (MWh)	Total anual propano (MWh)
Novos Splits + Caldeiras para AQS	72,0	725,8
Novos Splits + BC para AQS	362,3	0

Tabela 33. Cálculos para sistema centralizado

				Cumprir 100% carga térmica de aquecimento	Cumprir 100% carga térmica de arrefecimento	Cumprir 100% carga térmica de arrefecimento e parte (50%) de AQS								Cumprir restante AQS		Cumprir restante AQS
				BC para carga térmica	Chiller Água/Água	Chiller com recuperação								Caldeira		Bomba de calor
				Água a 65°C	Água a 7°C	Água a 7°C	Água a 45°C		Água a 45°C	Água a 45°C				Se recuperar (um até um máximo admissível), o que ainda é preciso para o a restante AQS		Se recuperar (um até um máximo admissível), o que ainda é preciso para o a restante AQS
Mês	Carga arrefecimento (MWh)	AQS (MWh)	Cargas aquecimento (MWh)	COP	We (MWh)	EER	We (MWh)	EER	COP	We (MWh)	Calor disponível nos condensadores (MWh)	AQS (cumprido, máximo admitido)	Necessidades sobranes de AQS	Rendimento	Qpropano (MWh)	We (MWh)
JAN	0,0	30,6	12,9	2,0	6,5	5,1	0,0	3,6	4,6	0,0	0,0	0,0	30,6	0,8	38,3	15,3
FEV	0,0	30,1	10,3	2,0	5,1	5,1	0,0	3,6	4,6	0,0	0,0	0,0	30,1	0,8	37,6	15,0
MAR	0,0	40,1	2,5	2,0	1,2	5,1	0,0	3,6	4,6	0,0	0,0	0,0	40,1	0,8	50,1	20,0
ABR	3,3	34,1	0,0	2,0	0,0	5,1	0,6	3,5	4,5	0,9	4,2	4,2	29,9	0,8	37,3	14,9
MAI	17,5	38,9	0,0	2,0	0,0	5,1	3,4	3,5	4,5	5,0	22,5	19,5	19,5	0,8	24,3	9,7
JUN	31,1	45,5	0,0	2,0	0,0	5,1	6,1	3,5	4,5	8,9	40,1	22,7	22,7	0,8	28,4	11,4
JUL	51,4	79,5	0,0	2,0	0,0	5,1	10,1	3,5	4,5	14,8	66,2	39,7	39,7	0,8	49,7	19,9
AGO	54,9	104,7	0,0	2,0	0,0	5,1	10,8	3,5	4,5	15,8	70,6	52,3	52,3	0,8	65,4	26,2
SET	36,5	72,9	0,0	2,0	0,0	5,1	7,2	3,5	4,5	10,5	47,0	36,5	36,5	0,8	45,6	18,2
OUT	16,3	39,7	0,0	2,0	0,0	5,1	3,2	3,5	4,5	4,7	20,9	19,8	19,8	0,8	24,8	9,9
NOV	3,4	31,6	0,8	2,0	0,4	5,1	0,7	3,5	4,5	1,0	4,3	4,3	27,3	0,8	34,1	13,7
DEZ	0,0	33,0	10,9	2,0	5,4	5,1	0,0	3,6	4,6	0,0	0,0	0,0	33,0	0,8	41,2	16,5
TOTAL	214,3	580,6	37,3		18,7		42,1			61,6	275,9	199,2	381,5		476,8	190,7

	Total anual eléctrico (MWh)	Total anual propano (MWh)
hipótese Chiller a Água + BC para carga de aquecimento + Caldeiras para AQS	60,8	725,8
hipótese Chiller a Água + BC para carga de aquecimento + BC para AQS	351,1	0
hipótese Chiller com Recuperação AQS + BC carga aquecimento + Caldeira para AQS	80,3	476,8
hipótese Chiller com Recuperação AQS + BC carga aquecimento + BC para AQS	271,0	0

Tabela 34. Cálculos para 20% splits classe A Eurovent

Mês	Necessidades			Performance classe A		Consumos esperados	
	Carga arrefecimento (MWh)	Cargas aquecimento (MWh)	AQS (MWh)	EER (splits)	COP (splits)	We arref (MWh)	We aquec (MWh)
JAN	0	13	30,6	3,42	3,97	0,0	3,2
FEV	0	10	30,1	3,42	3,97	0,0	2,6
MAR	0	2	40,1	3,42	3,97	0,0	0,6
ABR	3	0	34,1	3,42	3,97	1,0	0,0
MAI	17	0	38,9	3,42	3,97	5,1	0,0
JUN	31	0	45,5	3,42	3,97	9,1	0,0
JUL	51	0	79,5	2,68	3,70	19,2	0,0
AGO	55	0	104,7	2,68	3,70	20,5	0,0
SET	36	0	72,9	2,68	3,70	13,6	0,0
OUT	16	0	39,7	3,42	3,97	4,8	0,0
NOV	3	1	31,6	3,42	3,97	1,0	0,2
DEZ	0	11	33,0	3,42	3,97	0,0	2,7
TOTAL	214	37	581			74,3	9,3

% de quartos alterados | 20

	Total anual eléctrico (MWh)	Total anual propano (MWh)
Novos Splits 20% + Caldeiras para AQS	83,6	725,8
Novos Splits 20% + BC para AQS	373,9	0

Tabela 35. Equipamentos e respectivos preços

Equipamento	Marca/modelo	Preço unitário	Unidades necessárias	Preço Total (Euros)
Split	Daikin RXR50E-FTXR50E	2500	182	455000
Ventiloconvetor	Ferrolí FCS 20-4T	2179	175	381316
Chiller Água/Água	CARRIER HXC 100 (348kW)	80000	2	160000
Chiller Ar/Água	Blue Box Tetris A+ 37.8 (369kW)	80000	2	160000
Bomba de Calor	Blue Box Omicron V EVO HT 4T 23.1 (245kW)	48000	1	48000
Bomba de Calor	Blue Box Omicron V EVO HT 4T 23.1 (245kW)	48000	2	96000
Tubagens de frio	Gerador de preços	6	4000m	24000
Isolamento de frio	Armacell	3,85	4000m	15400
Tubagem de quente	Gerador de preços	6	4000m	24000
Isolamento de quente	Armacell	3,85	4000m	15400

Tabela 36. Tempos de retorno calculados

Equipamentos	Total anual eléctrico (MWh)	Custo total eléctrico por MWh (Euros)	Total anual propano (MWh)	Custo total de gás por MWh (Euros)	TOTAL (Euros)	Poupança face ao actual (Euros)	Investimento Inicial (Euros)	Tempo de retorno mínimo (anos)
Splits + Caldeiras para AQS	102,1	88,7	725,8	69,2	59276	0	0	0
Splits + BC para AQS	392,4	88,7	0	69,2	34804	24473	96000	4
Novos Splits + Caldeiras para AQS	72,0	88,7	725,8	69,2	56608	2668	455000	171
Novos Splits + BC para AQS	362,3	88,7	0	69,2	32136	27141	551000	20
hipótese Chiller a Água + BC para carga de aquecimento + Caldeiras para AQS	61	88,7	725,8	69,2	55612	3664	668116	182
hipótese Chiller a Água + BC para carga de aquecimento + BC para AQS	351	88,7	0,0	69,2	31140	28136	764116	27
hipótese Chiller com Recuperação AQS + BC carga aquecimento + Caldeiras para AQS	80	88,7	476,8	69,2	40113	19163	668116	35
hipótese Chiller com Recuperação AQS + BC carga aquecimento + BC para AQS	271	88,7	0,0	69,2	24035	35241	764116	22
Novos Splits 20% + Caldeiras para AQS	83,6	88,7	725,8	69,2	57639	1637	85000	52
Novos Splits 20% + BC para AQS	373,9	88,7	0	69,2	33166	26110	181000	7

Tabela 37. Situação actual do edifício

	Utilização	Electricidade [MWh/ano]	GPL [MWh/ano]	tep	Custos Electricidade (Euros)	Custos propano (Euros)	Custo total (Euros)	Fracções Energéticas Electrica	Fracções Energéticas Gás	Fracções energéticas total Final	Fracção de energia primária	Fracção económica
Hotel	Iluminação	150	0	32,24	13299	0	13299	19,7	0,0	10,1	14,3	11,3
	Iluminação exterior	5	0	1,14	470	0	470	0,7	0,0	0,4	0,5	0,4
	Equipamentos vários	230	0	49,38	20373	0	20373	30,2	0,0	15,4	21,8	17,3
	Bombagens várias	121	0	25,95	10707	0	10707	15,9	0,0	8,1	11,5	9,1
	Ventilações várias	49	0	10,49	4326	0	4326	6,4	0,0	3,3	4,6	3,7
	Cozinha e Lavandaria	72	0	15,43	6366	0	6366	9,4	0,0	4,8	6,8	5,4
	Arrefecimento	88	0	18,92	7806	0	7806	11,6	0,0	5,9	8,4	6,6
	Aquecimento	14	0	3,01	1242	0	1242	1,8	0,0	0,9	1,3	1,1
	Elevadores	33	0	7,09	2925	0	2925	4,3	0,0	2,2	3,1	2,5
	AQS clientes	0	254	21,82	0	17558	17558	0,0	35,0	17,1	9,7	14,9
	AQS Perdas de recirculação	0	400	34,42	0	27697	27697	0,0	55,1	26,9	15,2	23,5
	Cozinha e Lavandaria	0	72	6,17	0	4967	4967	0,0	9,9	4,8	2,7	4,2
	Total	761	726	226	67514	50222	117736	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Estudo de uma Nova Metodologia para Gestão de Energia em Edifícios – aplicação ao AVAC

Tabela 38. Situação esperada após alteração de caldeiras por bombas de calor

	Utilização	Electricidade [MWh/ano]	GPL [MWh/ano]	tep	Custos Electricidad e (Euros)	Custos propano (Euros)	Custo total (Euros)	Fracções Energéticas Electrica	Fracções Energéticas Gás	Fracções energéticas total Final	Fracções de energia primária	Fração económica
Hotel	Iluminação	150	0	32,24	13299	0	13299	14,3	0,0	14	14	14
	Iluminação exterior	5	0	1,14	470	0	470	0,5	0,0	1	1	1
	Equipamentos vários	230	0	49,38	20373	0	20373	21,8	0,0	22	22	22
	Bombagens várias	121	0	25,95	10707	0	10707	11,5	0,0	11	11	11
	Ventilações várias	49	0	10,49	4326	0	4326	4,6	0,0	5	5	5
	Cozinha e Lavandaria	72	0	15,43	6366	0	6366	6,8	0,0	7	7	7
	Arrefecimento	88	0	18,92	7806	0	7806	8,4	0,0	8	8	8
	Aquecimento	14	0	3,01	1242	0	1242	1,3	0,0	1	1	1
	Elevadores	33	0	7,09	2925	0	2925	3,1	0,0	3	3	3
	AQS clientes	101	0	21,82	9002	0	9002	9,7	0,0	10	10	10
	Perdas de recirculação	160	0	34,42	14201	0	14201	15,2	0,0	15	15	15
	Cozinha e Lavandaria	29	0	6,17	2547	0	2547	2,7	0,0	3	3	3
	Total	1051	0	226	93264	0	93264	100,0	0,0	100	100	100